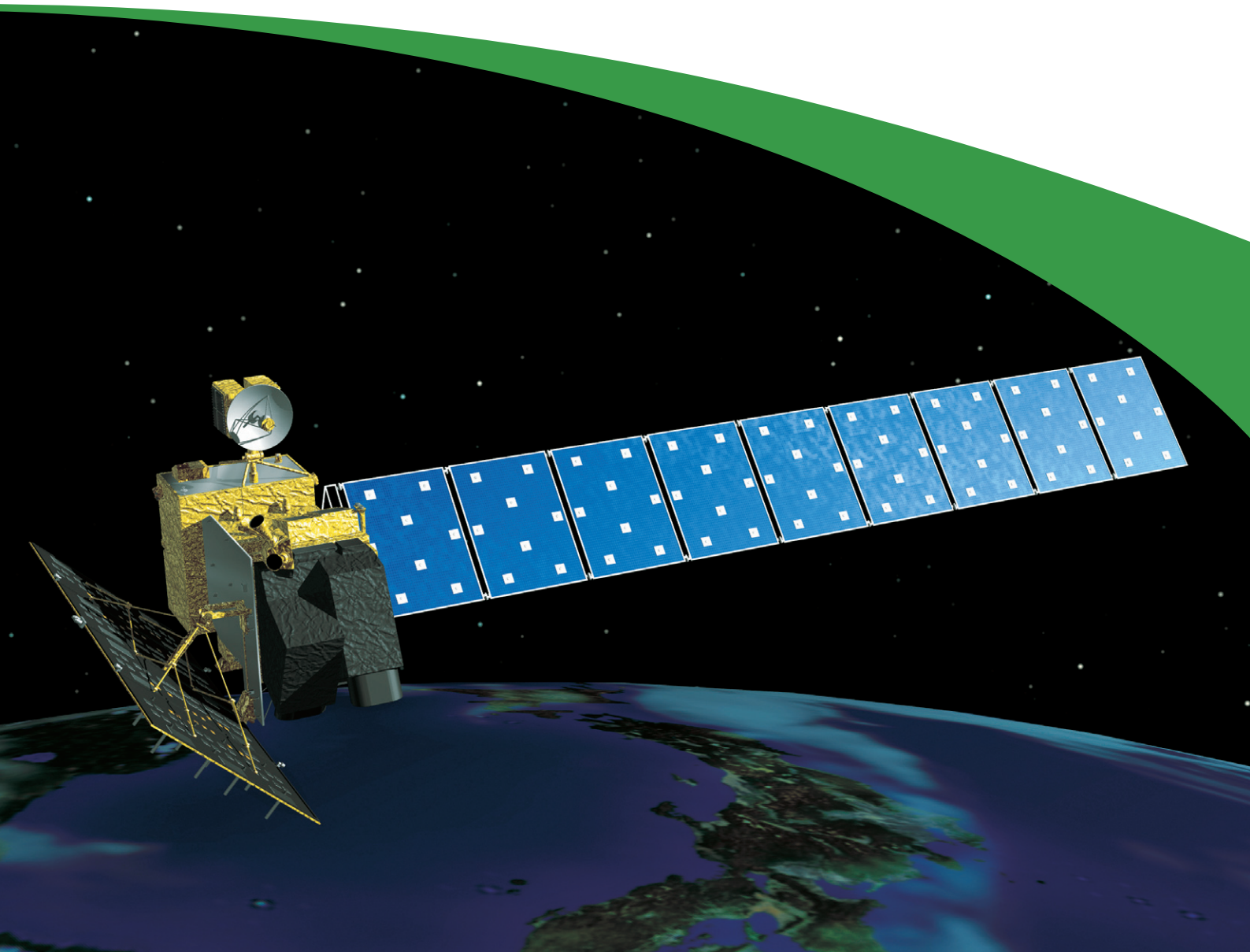


# 陸域観測技術衛星「だいち」

ALOS : Advanced Land Observing Satellite "DAICHI"



日本では国土地理院が地図を作製していて、日本全土に渡る1/25,000の地図が完備されています。しかし、世界全体では未だに精密な地図のない地域もたくさんあります。また、地図があっても、地震や豪雨、火山の噴火などで地形は常に変化しています。測量されてから時間が経ち、地図と実際の地形が食い違っている場所も少なくありません。

地形データを整備することは、大規模災害が起きたときに状況をすばやく把握するためにも必要です。

「だいち」は、全世界の1/25,000の地図の作製を可能にする地形データの収集を目的とした地球観測衛星で、同時に地質や土地利用のデータも取得します。

「だいち」は、2006年1月24日にH-IIAロケットで打ち上げられました。

The Geographical Survey Institute makes 1:25000 topographic quadrangle maps of the entire nation. However, many regions in the world have not been mapped precisely. Even if maps are available, regional topography is changing constantly due to earthquake, heavy rain and volcanic eruption. In addition, there are not a few regions that have discrepancy between the current terrain and mapped one as survey was conducted long ago.

Topographic data should be updated in order to understand the impact of a large-scale disaster as soon as possible.

The ALOS is one of Earth observation satellites, aimed at obtaining data useful for topography and land use, as well as land information to produce 1:25000 maps on a global basis.

The ALOS was launched aboard the H-IIA launch vehicle on January 24, 2006.

# 見つめるのは大地の表情

Gazing into Earth's Expression

## 【観測センサー】

「だいち」は質量約4トンの大型衛星です。地表を観測するセンサーは次の3種類を搭載しています。

### ①パナクロマチック立体視センサ：PRISM

可視光で2.5mの分解能で地表を観測し、地表の3次元データを取得します。

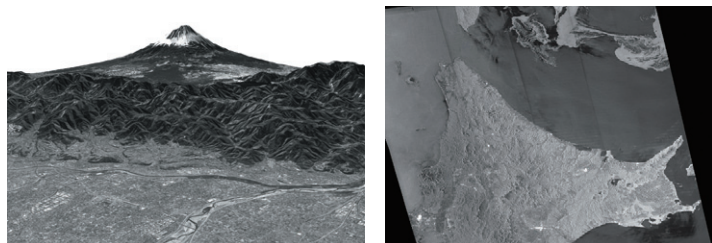
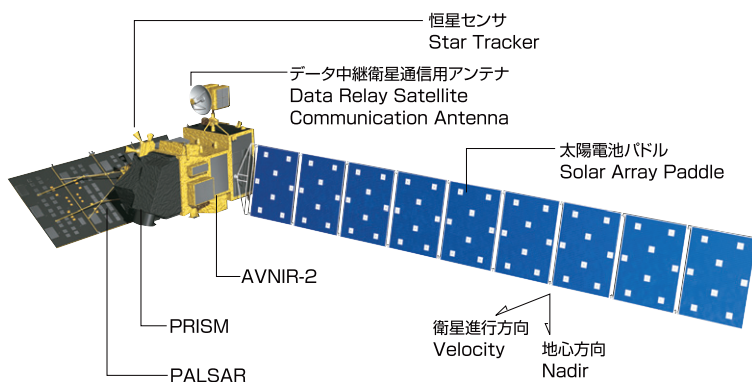
### ②高性能可視近赤外放射計2型：AVNIR-2

可視光から近赤外光で地表を10mの分解能で観測し、土地の利用状況や植生などを調べます。

### ③フェースドアレイ方式Lバンド合成開口レーダー：PALSAR

地表に向けて放射した電波の反射波を観測することで地形や地質を調べる合成開口レーダーです。

これらの高性能センサーを支える衛星本体も、それにふさわしい高精度の姿勢制御系と、衛星位置の決定システムを搭載しています。また、観測した大量のデータをもれなく地表に送信するために、大容量のデータ記録装置を内蔵し、データ圧縮装置を含む高速通信システムも装備しています。



左上：富士山(2006/2/14・PRISM 高さは2倍で表現しています)

Upper Left: This is a bird's-eye picture of Mt. Fuji. The height is indicated twice as much in this bird's-eye picture.

左下：淡路島(2006/4/28・PRISM / AVNIR-2 同時観測 パンシャープン画像)

Lower Left: Awaji Island (Simultaneous observation by PRISM/AVNIR-2, Pan-sharpen image)

右上：オホーツク海と海氷(2006/4/18・PALSAR)

Upper Right: Sea of Okhotsk and Sea ice.

## Remote Sensing Instrument

The ALOS is a large satellite weighing some 4 tons. The satellite has three remote sensing instruments: the Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping (PRISM), the Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2 (AVNIR-2), and the Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar (PALSAR). The PRISM is comprised of three optical systems to obtain three-dimensional data on ground surface with 2.5-meter spatial resolution. The AVNIR-2 is a visible and near infrared radiometer for obtaining data on land use and vegetation with 10-meter spatial resolution. The PALSAR is the improved synthetic aperture radar and is ideally suited to detect changes in topography and geology from signals reflected on the Earth's surface.

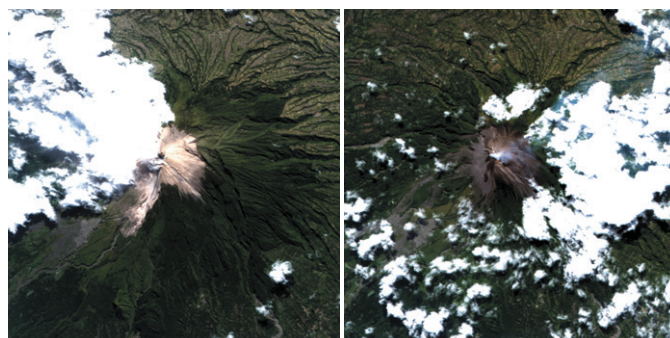
In order to utilize fully the data obtained by these sensors, two advanced technologies were developed: high-speed and large-capacity mission data handling technology and precision spacecraft position and attitude determination capability. The former enables us to transmit all observation data by compressing and recording the enormous volume of data.

## ＜「だいち」による災害状況の把握＞

噴火の兆候があるインドネシアのメラピ山をAVNIR-2が捉えた画像。5月16日の画像には、4月29日の観測では見られなかった白みがあった火山灰の地域が広がっており、火口から南西の山体には火砕流の跡と見られる部分が見えます。

## <Observing of disaster by ALOS>

These two pictures show a volcanic mountain of Mt. Merapi, Indonesia observed by AVNIR-2. The picture taken on May 16, 2006 (left) indicates the stretched whitened areas covered by volcanic ashes, which was not seen in the picture of April 29, 2006 (right). In the former, it is observed the traces of pyroclastic flows from the crater to the southwest direction of the mountain.



2006年5月16日

2006年4月29日



衛星飛行方向

0 1 2 3(km)

(日本語 Japanese)

<http://www.eorc.jaxa.jp/>

(英語 English)

<http://www.eorc.jaxa.jp/en/>



再生紙を使用しています  
JSF1402



宇宙航空研究開発機構  
広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

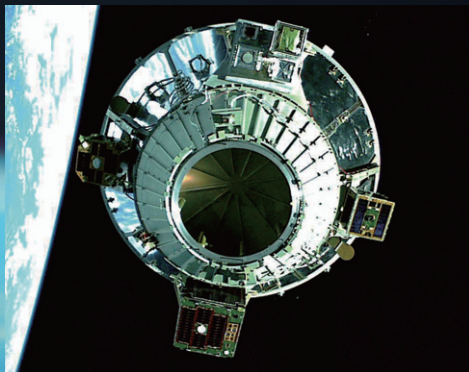
JAXAウェブサイト  
JAXA Website  
<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス  
JAXA Mail Service  
<http://www.jaxa.jp/pr/mail/>



# 温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)―「いぶき」

GOSAT: Greenhouse Gases Observing Satellite "IBUKI"



「いぶき」搭載カメラによる衛星分離の様子  
The look of the H-IIA rocket second stage and small satellites captured by the camera mounted on "IBUKI"



プロトフライトモデル  
Proto-Flight Model

人間の活動により大気中に排出された二酸化炭素、メタンなどの温室効果ガスが原因となって地球温暖化が進み、平均気温や平均海面が上昇していること、また、気候システムに変化が起きていることが明らかとなりました。このままでは干ばつ、熱波、洪水など極端な気象現象のリスクが増加するという懸念がますます強まっています。

地球温暖化を防止し、気候システムを安定化させるためには、温室効果ガスの削減が必要です。2005年2月には「京都議定書」が発効し、先進国の温室効果ガス排出量を1990年水準から6～8%削減することとなりました。

地球温暖化対策を進めるためには、地球温暖化の状況を正確に把握することが不可欠で、そのためには、世界各地の温室効果ガスの濃度とその増減を観測する必要があります。しかしながら、現在の地上観測点の数は不十分で、地域的にも偏っています。

温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT:Greenhouse Gases Observing Satellite) は宇宙から温室効果ガスの濃度分布を観測する人工衛星で、温室効果ガス吸収排出状況の把握など、温暖化防止への国際的な取り組みに貢献することを目的としています。

It is becoming ever clearer that average temperatures and sea levels are rising and climate changes are occurring as a result of the global warming induced by the greenhouse gases such as carbon dioxide and methane emitted into the atmosphere through the activities of humans. There is rising concern that the risk of extreme weather phenomena such as droughts, heat waves and floods will increase if this situation remains unchanged.

In order to prevent global warming and stabilize the climate system, it is necessary to reduce emissions of greenhouse gases. The "Kyoto Protocol" came into effect in February 2005, it states that developed countries should reduce their emission of greenhouse gases by 6~8% from the standard of 1990.

In order to promote global warming countermeasures, it is essential to monitor the state of global warming precisely, and for this purpose it is necessary to observe the concentration and increase/decrease in greenhouse gases at various locations throughout the world. However, the current number of ground observation points is not sufficient and there is a strong geographical bias.

The IBUKI (GOSAT:Greenhouse Gases Observing Satellite) is an artificial satellite that observes the concentration distribution of greenhouse gases from outer space, and its purpose is to contribute to the international effort toward prevention of warming, including monitoring the greenhouse gas absorption and emission state.

# 温室効果ガス観測へのグローバルな取り組み「いぶき」

Global effort made for observation of greenhouse gases "IBUKI"



## 衛星による温室効果ガス観測の特徴

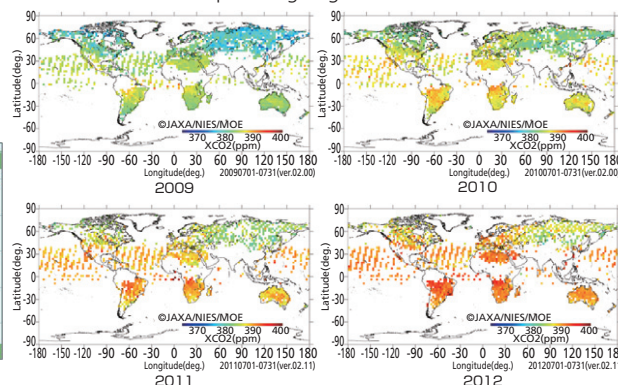
温室効果ガスの濃度分布は地上の観測地点や航空機からも観測されていますが、その数は348点(2013年1月現在)と少なく地域的にも偏っています。「いぶき」は約100分で地球を1周する軌道から、地球表面のほぼ全域にわたって、等間隔で二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガスの濃度分布を3日に1回測定することができます。そのため、従来に比べて飛躍的に観測点数を増加させるとともに観測データが全く無かった地域のデータも取得することが可能となりました。そして、これらの濃度データを用いてこれまでに二酸化炭素の吸収排出量の推定精度を最大で40%向上することが出来ました。このデータは各国の政府機関や科学者のみならず、登録することで、誰でも利用することが可能です。

## Characteristics of greenhouse gas observation utilizing a satellite

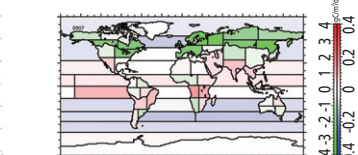
The concentration of the greenhouse gases has been observed at observation sites on the ground and by aircrafts. However, there are only 348 sites (as of January 2013) and these sites place a disproportionate emphasis on a few areas. "IBUKI" is able to measure the concentration of greenhouse gases such as CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> over almost the entire surface of the earth at equal intervals every 3 days from the orbit traveling around the earth in approx. 100 minutes. This has made it possible to increase the observation points exponentially than before as well as obtaining the data over the region where we had no data until now. And it has been able to improve the estimation accuracy of the net flux of CO<sub>2</sub> by up to 40% until now through the use of these data. The data obtained is Anybody can use these data if they register as well as providing to governmental institutions and scientists of various countries.



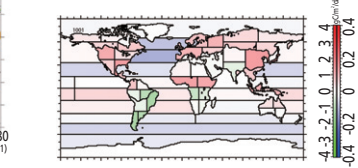
地上観測地点の図(WMO-WDCGGによる)  
Diagram of global observation points (ref. WMO-WDCGG)



「いぶき」の観測データから算出した2009年から2012年の7月の二酸化炭素の濃度分布図  
CO<sub>2</sub> concentration map in July from 2009 to 2012 derived from the observation data of "IBUKI"



2009年7月の推定結果 地域別の吸収排出量の推定値  
Regional basis global net CO<sub>2</sub> fluxes for July 2009



2010年1月の推定結果 地域別の吸収排出量の推定値  
Regional basis global CO<sub>2</sub> fluxes for January 2010

## 高度な技術で実現する高精度観測

「いぶき」は、温室効果ガス観測センサ(TANSO-FTS)と、それを補助するための雲・エアロソルセンサ(TANSO-CAI)を搭載しています。温室効果ガス観測センサは、近赤外域～熱赤外域を約18,500のチャンネルで観測することで、観測精度を高めています。雲・エアロソルセンサは、温室効果ガス測定の際の誤差要因となる雲やエアロソルの観測を行い、温室効果ガスの観測精度を向上させます。

## Highly accurate observation realized through advanced technology

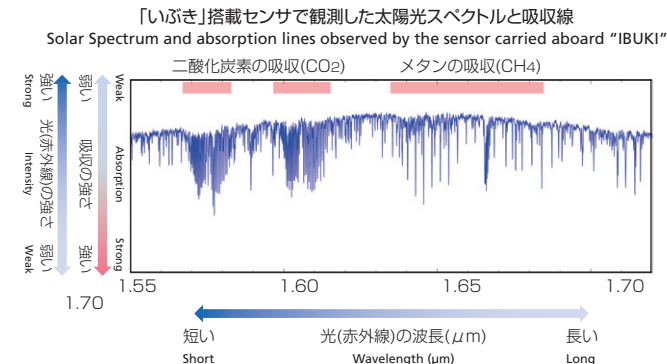
IBUKI is equipped with a greenhouse gases observation sensor (TANSO-FTS) and a cloud-aerosol sensor (TANSO-CAI) that supplements TANSO-FTS. TANSO-FTS observes wavelength region from near infrared region to thermal infrared region at approximately 18,500 channels to increase observation accuracy. A cloud-aerosol sensor observes clouds and aerosol that can be a factor leading to errors in the measurement of greenhouse gas in order to improve greenhouse gas observation accuracy.

## 観測原理

「いぶき」は、太陽から放射され地表で反射した赤外線、地表や大気自体から放射される赤外線のスペクトルを宇宙で観測します。赤外線は、温室効果ガスを透過する際に、特定の色、すなわち特定の波長が吸収されます。「いぶき」では、この原理を用いて、大気中の温室効果ガスの濃度を算出することができます。

## Observation principle

IBUKI observes infrared rays radiated from the sun and reflected from the ground surface and the spectrum of infrared rays radiated from ground surface or the atmosphere itself. As they pass through a gas infrared rays are absorbed only by specific colors, which means components with a specific wave length are revealed. IBUKI calculates the concentration of greenhouse gas in the atmosphere utilizing this principle.



## 「いぶき」の開発利用体制

「いぶき」はJAXA、国立環境研究所、環境省の共同プロジェクトです。JAXAは、主にセンサおよび衛星の開発、打ち上げ、運用を行います。環境省と国立環境研究所は、主にデータの高度処理と利用を行います。

## Development and usage system of IBUKI

IBUKI is a cooperative project among JAXA, the National Institute for Environmental Studies (NIES) and the Ministry of the Environment (MOE). JAXA mainly takes charge of development, launching and operation of sensors and satellites. MOE and NIES carries out advanced processing of data and utilizes it.

温室効果ガス観測センサ:TANSO-FTS (Fourier Transform Spectrometer)

太陽電池パネル (Solar Array Panel)

X-bandアンテナ (X-band Antenna)

雲・エアロソルセンサ:TANSO-CAI (Cloud and Aerosol Imager)

質量約1750kg (打ち上げ時)  
Mass: Approx. 1750kg

電力: 3.8kw (寿命末期)  
Power: 3.8kw (EOL)

設計寿命: 5年  
Designed Life span: 5 years

軌道: 高度666km  
Orbit: Altitude 666km

太陽同期準円軌道  
Sun-Synchronous Sub-Recurrent

傾斜角 約98度  
orbit inclination Approx. 98deg

<http://www.satnavi.jaxa.jp/project/gosat/>



## 宇宙航空研究開発機構

### 広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel. 03-5289-3650 Fax. 03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city, 4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008, Japan  
Phone: +81-3-5289-3650 Fax: +81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

温室効果ガス観測技術衛星「いぶき(GOSAT)」ウェブサイト

<http://www.jaxa.jp/projects/sat/gosat/>

Greenhouse Gases Observing Satellite "IBUKI" (GOSAT) Website

[http://www.jaxa.jp/projects/sat/gosat/index\\_e.html](http://www.jaxa.jp/projects/sat/gosat/index_e.html)

JAXAメールサービス JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail>

リサイクル適性(A)  
この印刷物は、印刷用の紙へ  
リサイクルできます。  
再生紙を使用しています  
JSF1402





# 環境観測技術衛星「みどりⅡ」

## ADEOS-II : Advanced Earth Observing Satellite-II



地球温暖化、オゾンホール拡大や異常気象といった地球レベルでの環境変動の原因を解明するためには、どこか一地点の観測だけでは不十分です。陸上だけでなく海洋も含んだ全地球規模の観測を長期間続けることが重要といえます。そのような観測に最も適しているのが衛星で、環境の変動を厳密かつ定量的に把握するためには、衛星を使った地球周回軌道からの広域観測が不可欠です。

「みどりⅡ」は、地球環境の観測を目的とした衛星で、特に全地球的な水と炭素の循環を解明することを目的としています。「みどりⅡ」は2002年12月14日に打ち上げられ、観測運用を行っていましたが、2003年10月25日に異常発生を受け観測が出来なくなりました。これまでの約9か月間の観測で蓄積されたデータを提供し、最大限の利用が図られるよう努めております。

In order to understand environmental problems such as global warming, ozone depletion, and abnormal weather, it is necessary to collect data through the long-term observation of the entire Earth, including land and oceans. Space-based observation is suitable for tracking global and regional climate change because of its wide coverage, allowing us to quantify trends and variability in our planet very accurately.

The Advanced Earth Observing Satellite (ADEOS)-II is designed to observe the entire Earth's surface, with a major goal of understanding global cycling processes of water, energy and carbon. ADEOS-II was launched on December 14, 2002, but stopped supplying observation data due to unknown anomaly on October 25, 2003. JAXA is committed to making the best use of data obtained during a short period of nine months.

# 全地球的な水と炭素の循環の解明をめざします。

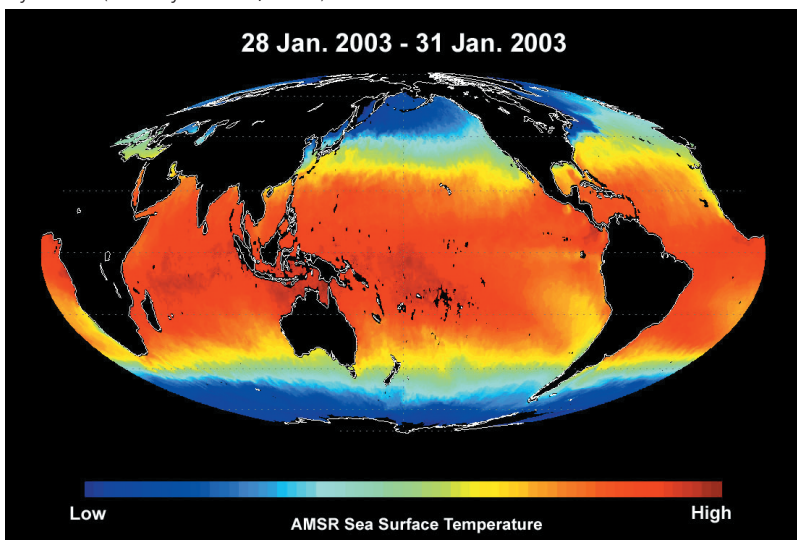
## Understanding Global Cycling Processes of Water, Energy and Carbon

ADEOS-II(「みどりII」)は1996年に打ち上げられた地球観測プラットフォーム技術衛星(ADEOS「みどり」)の観測ミッション継承し、地球温暖化等のグローバルな環境変動のメカニズムの把握や、気象や漁業等の実利用の面への貢献を図ると共に、観測技術の開発・高度化を目的とする重量が3.7トンの世界最大級の地球観測衛星です。「みどりII」には、水に関する様々な物理量を昼夜の別なく、また雲の有無によらず高精度で観測するグローバル・イメージャー (GLI) の2つのJAXA開発センサーに加えて、米国航空宇宙局 (NASA) が開発し、風向き・風速を観測する「SeaWinds」、フランス国立宇宙センター (CNES) が開発し、地表や大気で反射される太陽光の偏光を観測する「POLER」、環境省が開発し高緯度の成層圏のオゾン量を観測する「ILAS-II」の3つのセンサーが搭載されています。

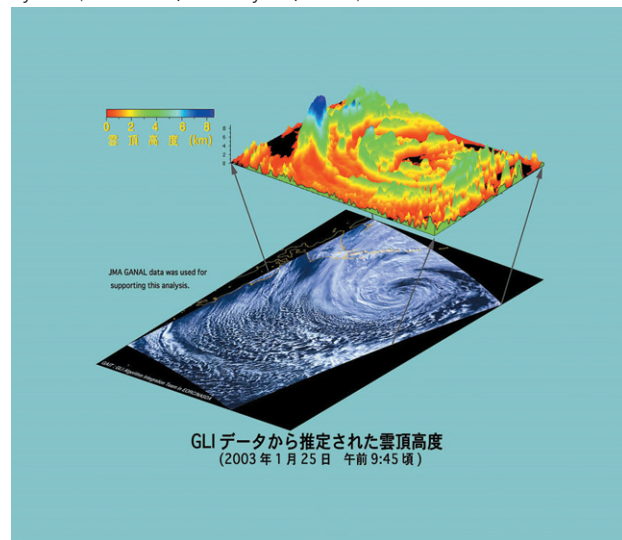
ADEOS-II is a successor to ADEOS launched 1996. ADEOS-II weighs 3.7 ton and is designed to understand geophysical mechanisms rooted in environmental problems, such as global warming, and develop and improve sensing technology. Obtained data is used for weather forecast and fishery industry. ADEOS-II carries five sensors; the Global Imager (GLI), the Advanced Microwave Scanning Radiometer (AMSR), SeaWinds, Polarization and Directionality of the Earth's Reflectances (POLER) and Improved Limb Atmospheric Spectrometer-II (ILAS-II). GLI and AMSR were developed by JAXA, and GLI is an optical sensor capable of obtaining accurate data, regardless of the presence of clouds. NASA's SeaWinds scatterometer measures sea surface wind speed and direction with high accuracy. CNES's POLER is a sensor which measures the polarization, directional and spectral characteristics of the solar light reflected by aerosols and from land surfaces. ILAS-II is developed by the Japanese Ministry of Environment, for the purpose of monitoring the high-latitude stratospheric ozone layer.

### 「みどりII」の各センサーが捕えた、地球の姿です。 Image Obtained by ADEOS-II

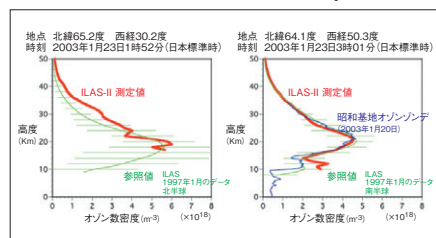
AMSRから算出した、2003年1月28日から31日の  
4日平均の全球海面水温  
Global Sea Surface Temperature Distribution Observed  
by AMSR (January 28 - 31, 2003)



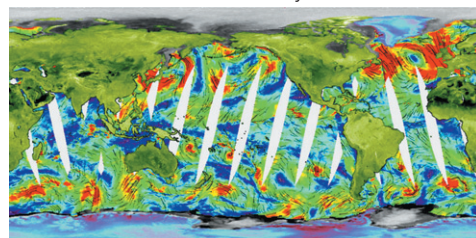
GLIデータから推定された雲頂高度  
(2003年1月25日午前9:45頃)  
Cloud Top Height Observed  
by GLI (9:45 a.m., January 25, 2003)



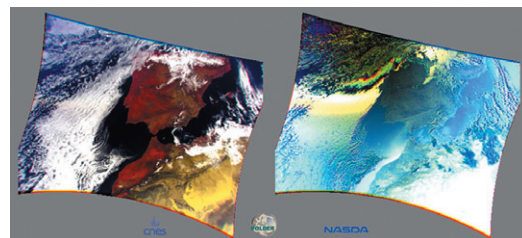
ILAS-IIによるオゾン濃度  
Ozone Concentration Observed by ILAS-II



SeaWindsによる海上風データ  
Sea Surface Wind Observed by SeaWinds



POLDERによる自然光画像と偏光画像  
Conventional Image vs POLDER's Polarized Image



宇宙航空研究開発機構  
広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051



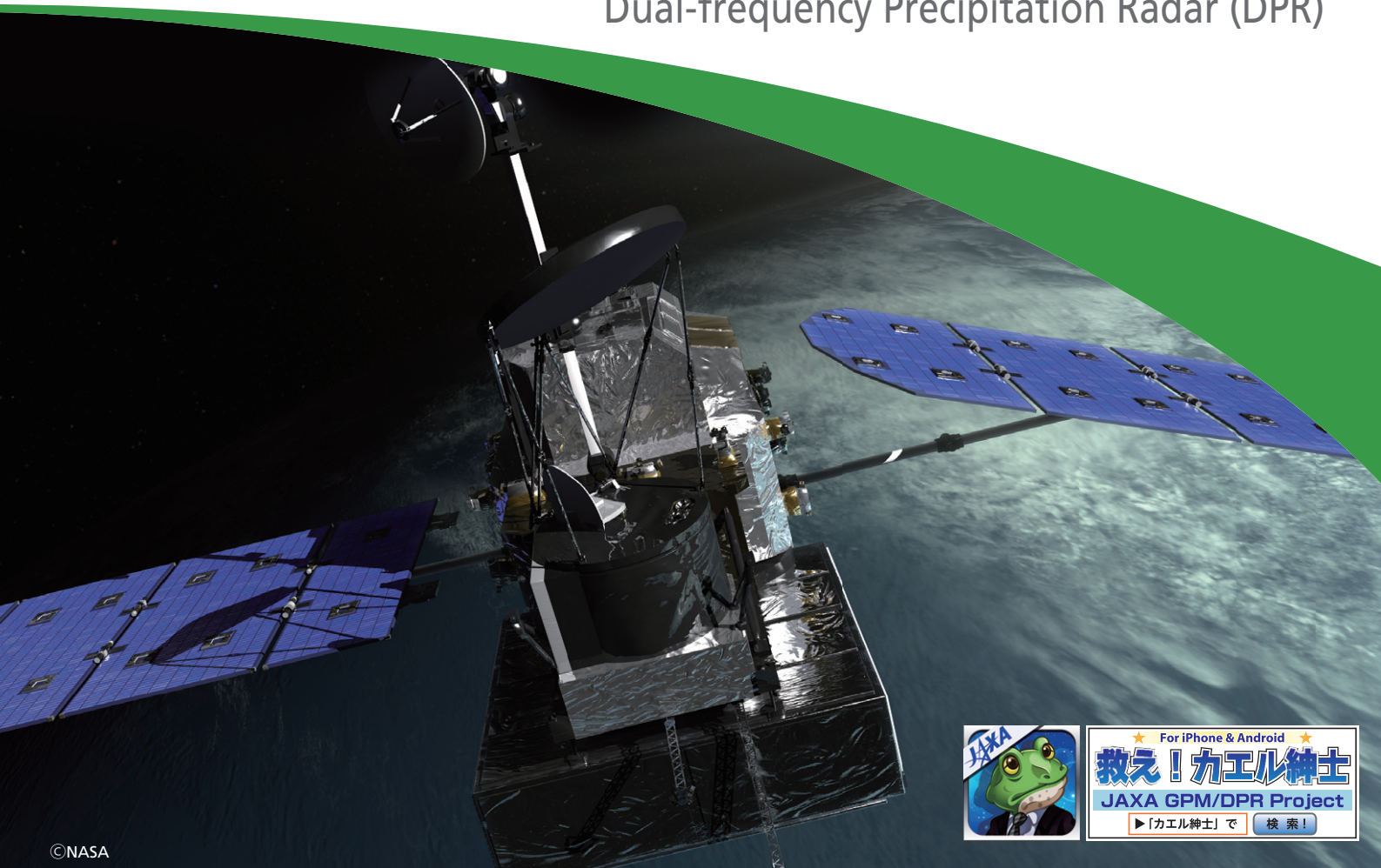
再生紙を使用しています  
JSF1402



JAXAウェブサイト  
JAXA Website  
<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス  
JAXA Mail Service  
<http://www.jaxa.jp/pr/mail/>





©NASA



21世紀は「水の世紀」と言われています。水は地球環境を特徴づける重要な要素であり、私達の生活や経済活動を左右します。今、私達は世界各地で水不足、洪水等、多くの水の問題に直面しています。更に温暖化や気候の変化により地球上の水の循環が影響を受け、大雨や早魃等の異常気象が増えることが予想されます。これらの問題を解決するために必要なことは、淡水資源の源である降雨を正確に把握し、異常気象への予測や対策の技術を向上させることです。

これまで日本(JAXA)は、アメリカ(NASA)と共同開発の熱帯降雨観測衛星「TRMM」で、熱帯の降雨量の観測を行ってきました。全球降水観測(GPM)計画では観測範囲を高緯度まで広げ、より高精度、高頻度な降水の観測を目指します。

GPM計画は二周波降水レーダ(DPR: Dual-frequency Precipitation Radar)とマイクロ波放射計を搭載したGPM主衛星と、国内外の機関が開発するマイクロ波放射計またはマイクロ波サウンダを搭載した副衛星群からなる観測計画です。JAXAとNASAが中心となり、国際協力により実現します。

JAXAは、情報通信研究機構(NICT)と協力して、GPM主衛星に搭載されるDPRを開発しました。また、GPM主衛星の本体および主衛星に搭載されるマイクロ波放射計はNASAが開発を担当しました。副衛星群については、各国で計画されているマイクロ波イメージャまたはマイクロ波サウンダを搭載する衛星のデータを利用します。これら、GPM主衛星および副衛星群により、1時間毎の全球降水観測を目指しています。

The 21st century is often called "the century of water." Water is an essential element to the Earth's environment and is indispensable for our life and economic activities. Many places in the world now face water related problems, such as water shortages and floods. In addition to these problems, global warming and climate change also affect the global water cycle and result in abnormal weather, such as frequent heavy rains and droughts. In order to solve these problems, we urgently need to accurately determine the rainfall distribution, which is the origin of all water resources, and to improve techniques for predicting and preparing for abnormal weather.

Japan worked with NASA to measure tropical and subtropical rainfall through the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM). The GPM program is designed to make more accurate and frequent observation of global rainfall by expanding the area of observation to include higher latitudes.

The GPM program is composed of one core satellite, which carries a Dual-frequency Precipitation Radar (DPR) and a microwave radiometer, and some constellation of satellites, that carry microwave radiometers. Led by JAXA and NASA, the GPM program will be conducted through international cooperation.

JAXA has developed a key instrument, the DPR, in cooperation with the National Institute of Information and Communications Technology (NICT). NASA has developed the satellite bus of the Core Observatory and microwave radiometer. Other partner countries and organizations are responsible for the development and operation of the constellation satellites, which carry a microwave imager and sounder.

A combination of the GPM Core Observatory and these constellation satellites will enable global measurement of precipitation every hour.



# 雨雲を、味方にせよ。

Measure rain and snow for the benefit of all.

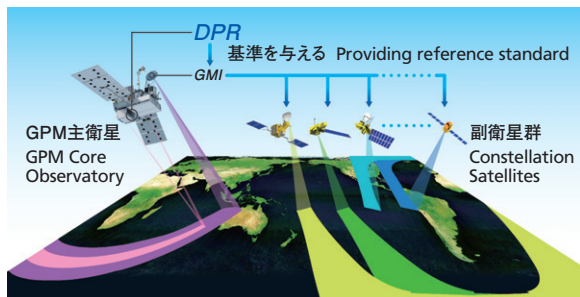
強い雨、弱い雨も見逃さない

## GPM計画をリードする日本の二周波降水レーダ(DPR)

GPM計画をリードするのが、GPM主衛星に搭載された日本の独自技術、二周波降水レーダ(DPR)です。GPM計画を構成する副衛星群の情報を、DPRが提供する基準値で校正することでデータの精度を向上させ、全球降水観測の範囲拡大と頻度向上に貢献します。

DPRは、異なる二つの周波数の電波で降水の三次元構造を観測することにより、強い雨から弱い雨まで正確に観測することができます。

DPRによる観測を通じて、これまで観測できなかった中・高緯度の温帯低気圧帯の弱い雨を含む降水データセットを提供します。「レーダ」という手法で雨雲の中の雨粒を直接的に観測することによって、雨雲の内部を立体的に計測した「雨雲スキャン」データを受け取ることができます。



GPM主衛星が提供する基準値で校正することで、副衛星群の観測精度が向上する。

The observation accuracy of the constellation satellites is calibrated and improved by the reference standard provided by the GPM core satellite.

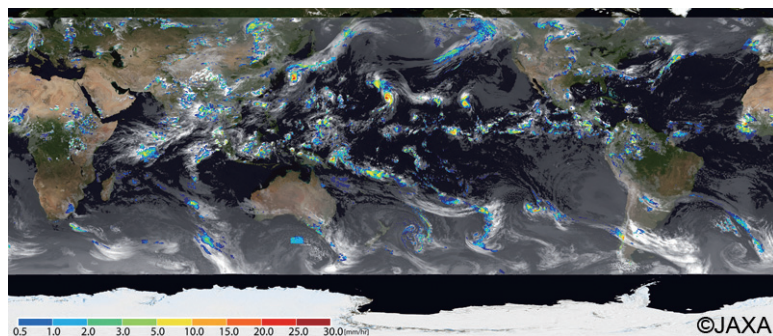
洪水予報・警報への利用

## 高精度の降水マップを利用して、暮らしを守る

自然災害の約60%は、洪水や暴風雨に関係するものといわれています。

ユネスコのカテゴリ2センターである土木研究所の国際水害リスクマネジメント研究センター(ICHARM)では、総合洪水解析システム(IFAS)をツールとして公開しています。標高データ等から構築した地域の河川モデルに対し、衛星による全球合成降水マップや地上の観測データを利用して、河川の流量を計算します。この解析結果から、現地の機関が、降水予測や警報に必要な情報を得て、避難勧告や情報提供を行うことができます。このような洪水予報システムには、全球の降水量を高精度で観測できる衛星データが不可欠です。

GPM計画で実現される、観測から約4時間遅れで、1時間ごとに作成されるこれまでにない高精度の降水マップを利用すれば、ほぼリアルタイムに地球全体の降雨量を把握でき、洪水の被害を最小限にとどめ、暮らしを守ることにつながるのです。



2014年8月20日午前3時頃(日本時間)。GPM主衛星や水循環変動観測衛星「しずく」など、複数の衛星データをもとに作成したGPM全球合成降水マップ(GSMaP)。GPM計画では雨の分布や動きがより正確に把握できるようになります。

At 3:00 a.m. on Aug. 20, 2014 (JST). The GPM Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) produced from multi-satellite data including the GPM Core Observatory and the Global Change Observation Mission - Water "SHIZUKU" (GCOM-W). With the GPM mission, distribution and movement of rainfall precipitation can be determined more accurately.

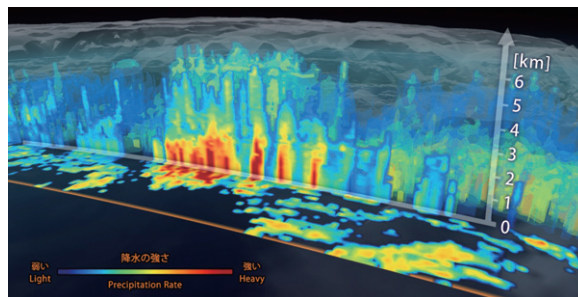
Neither heavy rain nor light rain is missed

## Key of the GPM mission: Japan's Dual-frequency Precipitation Radar (DPR)

The Dual-frequency Precipitation Radar (DPR) on board the GPM Core Observatory was developed by Japan's unique technology and plays a key role within the GPM mission. The DPR calibrates the information provided by the constellation satellites that comprise the GPM mission by acting as a reference standard, and contributes in improving the accuracy of global precipitation data, and observation areas and frequencies.

By observing the three-dimensional structure of the precipitation using two different radio frequencies, the DPR can precisely observe any rainfall from heavy rain to light rain.

Observations by the DPR provide a precipitation data set that includes light rain caused by the extratropical cyclone zone in the mid-to-high latitudes that could not be observed previously. By directly scanning raindrops within rain clouds using a radar technique, the DPR can capture precipitation information within rain clouds three-dimensionally.



GPM主衛星搭載 二周波降水レーダ(DPR)による降水の三次元分布。発達した温帯低気圧による降水の強さの分布を表している。

Three-dimensional distribution of precipitation by the Dual-frequency Precipitation Radar (DPR) on board the GPM Core Observatory. The image shows the distribution of heavy rainfall caused by an extratropical cyclone that had developed.

Utilization in flood forecasting and warnings

## Protecting lives through highly-accurate precipitation maps

Some 60% of all natural disasters are said to be related to flood and heavy rainfall.

The International Centre for Water Hazard and Risk Management (ICHARM), a UNESCO Category II Centre and hosted by the Public Works Research Institute, has distributed a tool called the Integrated Flood Analysis System (IFAS). The IFAS uses the satellite-based global rainfall map and ground-based observation data as inputs to the river runoff model developed by using digital elevation data, and calculates river discharges. By introducing this system, local agencies can obtain information needed for flood predictions and/or alerts and disseminate evacuation instructions and information to residents. Satellite data that can observe global precipitation with high accuracy is essential for flood forecasting and warning systems.

By using precipitation maps with high accuracy, which are produced every hour about four hours after observations, as achieved in the GPM mission, it is possible to observe rainfall on the entire globe in near-real-time, and minimize flood-related damage, which in turn protects human life.

データ利用  
Applications



天気予報  
Weather forecast



洪水予報  
Flood forecast



宇宙航空研究開発機構  
広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト  
JAXA Website  
<http://www.jaxa.jp/>



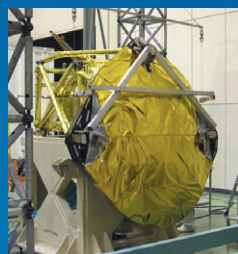
再生紙を使用しています  
JSF1501





# 改良型高性能マイクロ波放射計—AMSR-E

AMSR-E:  
Advanced Microwave Scanning Radiometer  
for EOS



米国航空宇宙局（NASA）の地球観測衛星Aquaに搭載した改良型高性能マイクロ波放射計（AMSR-E）は、JAXAが開発した地球観測センサーであり、主に水に関係する地球規模の観測を行います。Aquaは、様々な観測により地球表面と大気からなるシステムとその変化について理解を深め、気候変動の解明に貢献することを目的としています。中でも水の循環過程に力を注いでいることから、ラテン語で水を意味する名称が与えられました。また、気象予報への応用など、将来の気象衛星システムの予備試験的な役割も持っています。

Aquaは日本、米国、ブラジルの国際協力プロジェクトであり、2002年5月に米国カリフォルニア州バンデンバーグ空軍基地より打ち上げられました。衛星にはAMSR-Eを含む5つの地球観測センサーが搭載され、可視光から電波にわたる幅広い波長帯で様々な観測を行っています。AMSR-Eは環境観測技術衛星「みどり-II」への搭載用に開発された高性能マイクロ波放射計（AMSR）をベースにし、Aqua搭載用に改良された観測センサーです。

The Advanced Microwave Scanning Radiometer for EOS (AMSR-E) onboard the EOS Aqua satellite of the National Aeronautical and Space Administration (NASA) is a JAXA-developed Earth observing instrument and performs water-related global observations. Through the observation of dozens of Earth variables to understand the Earth's system (comprised of the surface layer and atmosphere) and its variation, Aqua aims to improve understanding of the climate change. The name Aqua, Latin for water, was provided since the mission primarily focuses on the water circulation. The mission also has a role as the preliminary examination for the future meteorological satellite system.

Aqua mission is an international joint project of Japan, United States of America, and Brazil. The satellite was launched on May 2002 from the Vandenberg Air Force Base in California, US. Five instruments including AMSR-E on the satellite provide measurements in wide range of observing wavelength. AMSR-E is a modified version of AMSR onboard the Advanced Earth Observing Satellite-II.



# 地球規模の「水」の観測で気候変動の監視に貢献します

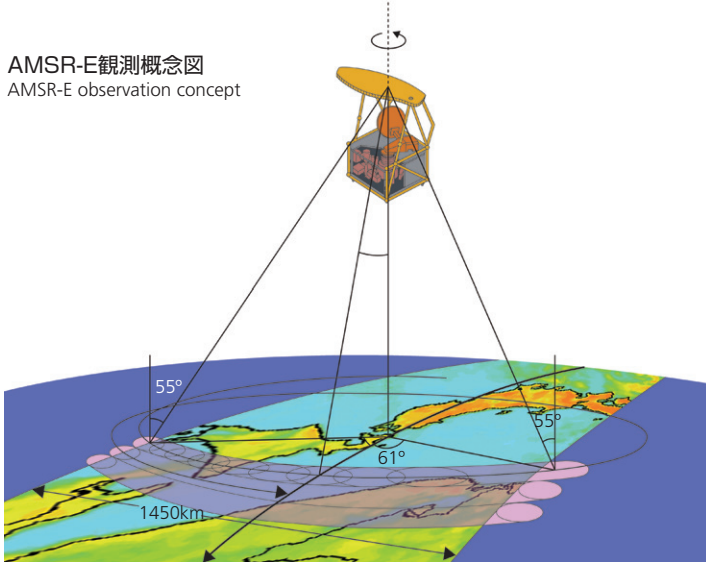
Contribution in monitoring climate change by global water observations

## [改良型高性能マイクロ波放射計 (AMSR-E)]

JAXAが開発したAMSR-Eは、地球表面および大気から放射される微弱なマイクロ波帯の電波を6.9～89GHz帯の6周波帯で測定し、水蒸気、雲、降水、海面水温、海上風速、海氷、積雪、土壌水分などの、主に水に関係する観測を行います。マイクロ波放射計としては最大級の1.6m口径のアンテナを搭載し、従来の2～3倍の空間分解能で地球規模の観測を継続的に行います。電波観測は太陽光を必要とせず、また雲も透過することができるため、一日中太陽が昇らない冬季の極域観測や、雲に覆われやすく赤外観測では困難な熱帯や極付近の海面水温の常時観測が可能です。

## AMSR-E観測概念図

AMSR-E observation concept



## [Advanced Microwave Scanning Radiometer for EOS (AMSR-E)]

JAXA-developed AMSR-E measures weak microwave emissions from the Earth's surface and atmosphere at six frequency bands between 6.9 and 89GHz. This enables us to observe water-related targets including water vapor, cloud, precipitation, sea surface temperature, sea surface wind speed, sea ice, snow, and soil moisture. AMSR-E performs global and continuous observation with greater spatial resolution (2-3 times finer than previous sensors of its kind) enabled by the large antenna with 1.6m diameter. Since the microwave observation technique does not require sunlight and can penetrate clouds, it realizes the frequent cryosphere observation during polar night and cloud-through measurement of sea surface temperature over the tropical and polar regions where usually heavily covered by clouds.

## AMSR-E主要諸元

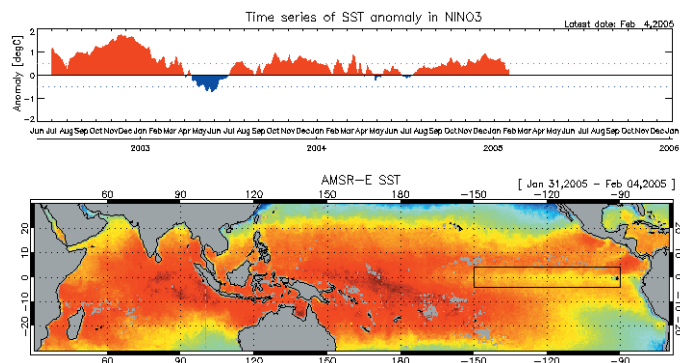
Major specifications of AMSR-E

周波数 (GHz) Frequency (GHz)	6.9	10.65	18.7	23.8	36.5	89.0
地上分解能 (km) ※1 Ground IFOV (km)	43x 75	29x 51	16x 27	18x 32	8.2x 14	3.5x 5.9
バンド幅 (MHz) Bandwidth (MHz)	350	100	200	400	1000	3000
偏波 Polarization	垂直および水平偏波 Vertical and Horizontal polarization					
入射角 Incidence angle	約55度 Approximately 55 degrees					
観測幅 Swath width	1450km					
温度分解能 Δ	0.3～1K (1σ)					

※1:scan x along track direction

## [AMSR-Eデータの利用]

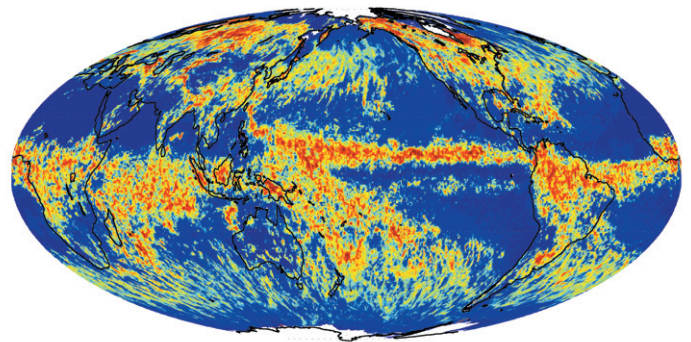
AMSR-Eで観測される物理量は地球規模の水・エネルギー循環研究に用いられるとともに、地球温暖化に伴う海氷面積の減少などの雪氷圏変動や、エルニーニョのような大気・海洋の中～長期変動の監視に貢献します。また、気象庁の数値天気予報への導入開始により予報精度の向上に貢献したり、漁業情報サービスセンターでは漁業者に利用される海況速報の作成に用いられるなど、実用面での利用も始められています。



AMSR-E海面水温データによるエルニーニョ監視  
El-Nino monitoring by AMSR-E sea surface temperature

## [Utilization of AMSR-E data]

Geophysical parameters observed by AMSR-E are being used in investigating the global water and energy circulation and contribute to monitor variations in cryosphere such as decreases of sea ice extent possibly due to the global warming and mid- to long-term variability of ocean-atmosphere system such as El-Nino events. In addition, some practical uses have started. They include the use in numerical weather prediction at the Japan Meteorological Agency to improve forecast accuracy and generation of sea state report for fishermen at the Japan Fisheries Information Service Center.



AMSR-Eによる月積算降水量の全球分布  
Monthly global rainfall observed by AMSR-E



再生紙を使用しています  
JSF1402



宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ

Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan

Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト

JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス

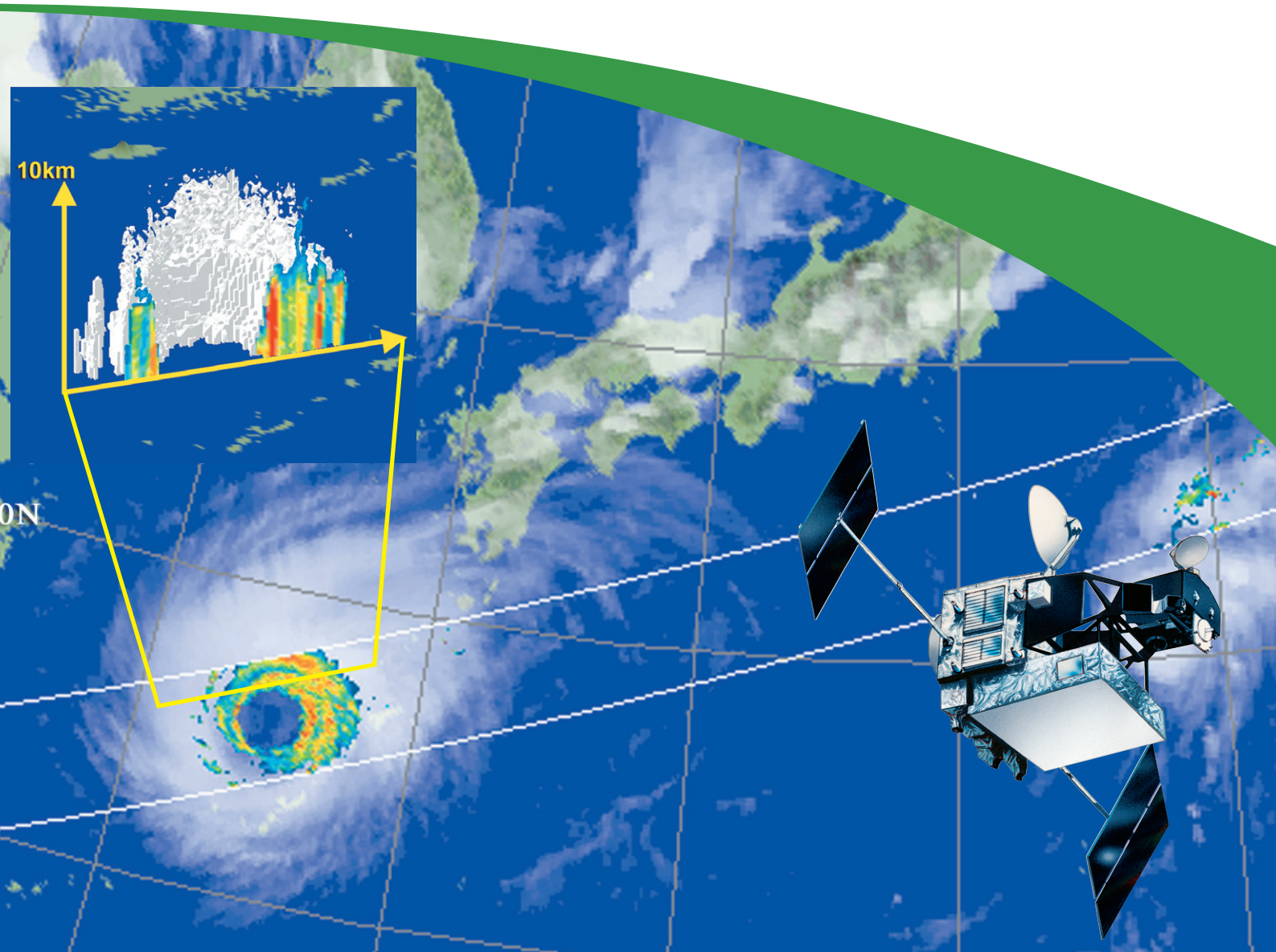
JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail/>



# 熱帯降雨観測衛星—TRMM

TRMM:Tropical Rainfall Measuring Mission



熱帯降雨観測衛星 (TRMM) は日米共同プロジェクトとして、日本側が打ち上げロケットと新しい観測機器である降雨レーダの開発を担当し、米国NASAが衛星本体、降雨レーダ以外の4つの観測機器の開発、衛星運用を担当しています。TRMMは1997年11月28日に種子島宇宙センターからH-IIロケット6号機により打ち上げられました。TRMMは順調に観測を行っています。

TRMMは5つの観測機器を搭載した地球観測衛星で、地球全体に降る雨の約2/3以上を占めるとされている熱帯および亜熱帯地域の降雨観測を行うことを目的としています。降雨は気候変動の要因である水および熱エネルギー循環の主要な担い手です。TRMMの観測データは気候変動研究にとって非常に貴重なデータとなるものであり、気候システムの理解、エルニーニョなどの異常気象の解明、更に災害防止のための洪水予報などに貢献しています。(降雨レーダによって観測された台風8号の降雨の水平断面(左下)と立体構造(左上))

The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), a Japan-USA joint project, has been proceeded with partial charge on the Japan-side comprising development of the launch vehicle and the precipitation radar (PR) which is a newly introduced observation instrument, and another partial charge made by NASA (National Aeronautics and Space Administration) on the USA-side comprising the development of four observation instruments excluding the precipitation radar, as well as operation of the spacecraft. The TRMM was launched on November 28, 1997 from Tanegashima Space Center after being loaded onto the H-II launch vehicle No. 6. The TRMM has been successfully continuing the observation mission.

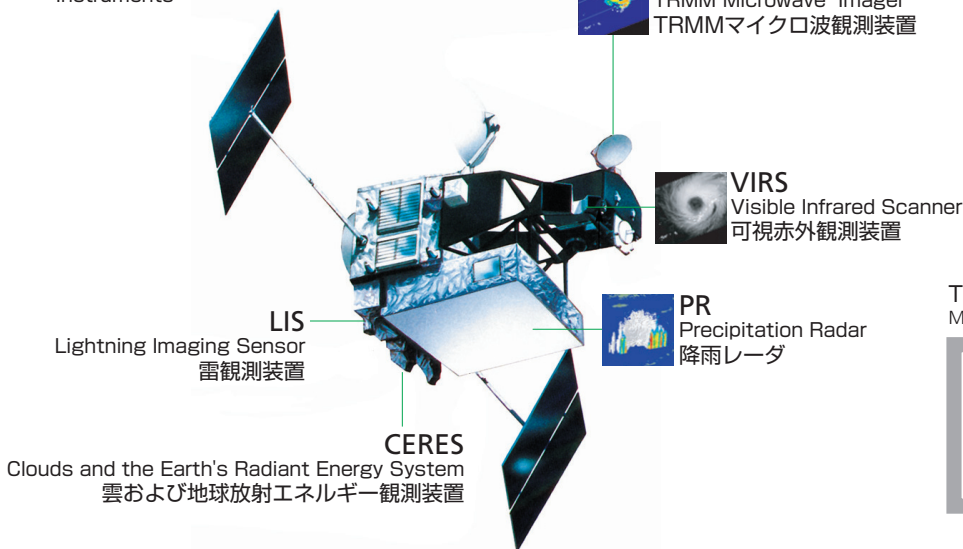
The TRMM is an earth observation satellite carrying five instruments for rainfall observation in the tropical and subtropical zones which account for approx. two-thirds of the total global rainfall. Rainfall is a major driving force for the circulation of global water and thermal energy which is a key factor of climatic variation. The observation data acquired with TRMM have significant value for studying global climate change, and they contribute to understanding the climatic mechanism, explicating unusual weather such as El Niño events, and forecasting floods for disaster prevention.

(The horizontal cross-section (lower-left) and vertical cross section (upper-left) of the rainfall of Typhoon No. 8, which was observed using the precipitation radar on August 2, 2000.)

# 宇宙から世界の降雨現象を解明する

Analysing global precipitating Phenomena from Space

TRMM搭載センサー  
Instruments



TRMM主要諸元  
Major Characteristics of TRMM

軌道高度：約350km (2001年8月から402.5kmに変更)  
Altitude: Approx.350km (402.5km after Aug2001)  
軌道：円軌道 (太陽非同期)  
Orbiter: Circular orbit (Sun-asynchronous)  
軌道傾斜角：約35度  
Inclination: Approx.35degrees

## [エルニーニョ観測]

TRMMによって観測されたエルニーニョ年と通常年の降雨分布と海面水温

海面水温の分布は降雨分布と密接に関係しています。エルニーニョが発生すると海面水温の分布が変わり、西太平洋では低く、東太平洋では高くなります。通常は雨が降らない時期や場所で大雨が降ったり逆に普段は雨の多い場所で降らなかったりします。こうして地球の大規模な大気の流れが変わり、各地で異常気象が発生します。

## [Observation of El Niño Event]

TRMM's observation data for distribution of rainfall and sea surface temperature in the year of an El Niño event and the year of normal weather

Distribution of the sea surface temperature is closely related to the distribution of rainfall. When an El Niño event occurs, distribution of the sea surface temperature follows the change, accompanied by a lower level in the western Atlantic and a higher level in the eastern Pacific. This causes heavy rainfall during a normally dry season or in rainless areas; conversely, it doesn't rain in areas where there is usually a lot of rain. Thus, the massive global atmospheric current will be changed, resulting in the occurrence of abnormal weather in various parts of the Earth.

## [台風データベース]

TRMMは1997年11月に打ち上げられてから7年以上の間、数多くの熱帯低気圧の一生や詳細な姿をとらえてきました。JAXAではこれまでPR、TMI、VIRS、で観測された熱帯低気圧のイメージとサブセットデータを、台風データベースとしてインターネットで公開しています。

## [Database for Typhoon]

TRMM has been recording a great number of lifetimes and detailed figures of tropical depressions for more than 7 years since it was launched in November 1997.

JAXA has so far released to the public, through Internet media, images and subset data of tropical depressions acquired from the precipitation radar (PR), TRMM micro imager (TMI) and visible infrared scanner (VIRS) as the typhoon database.

(日本語 Japanese)

[http://www.eorc.jaxa.jp/TRMM/typhoon/index\\_j.htm](http://www.eorc.jaxa.jp/TRMM/typhoon/index_j.htm)

(英語 English)

[http://www.eorc.jaxa.jp/TRMM/typhoon/index\\_e.htm](http://www.eorc.jaxa.jp/TRMM/typhoon/index_e.htm)



宇宙航空研究開発機構  
広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト  
JAXA Website  
<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス  
JAXA Mail Service  
<http://www.jaxa.jp/pr/mail/>

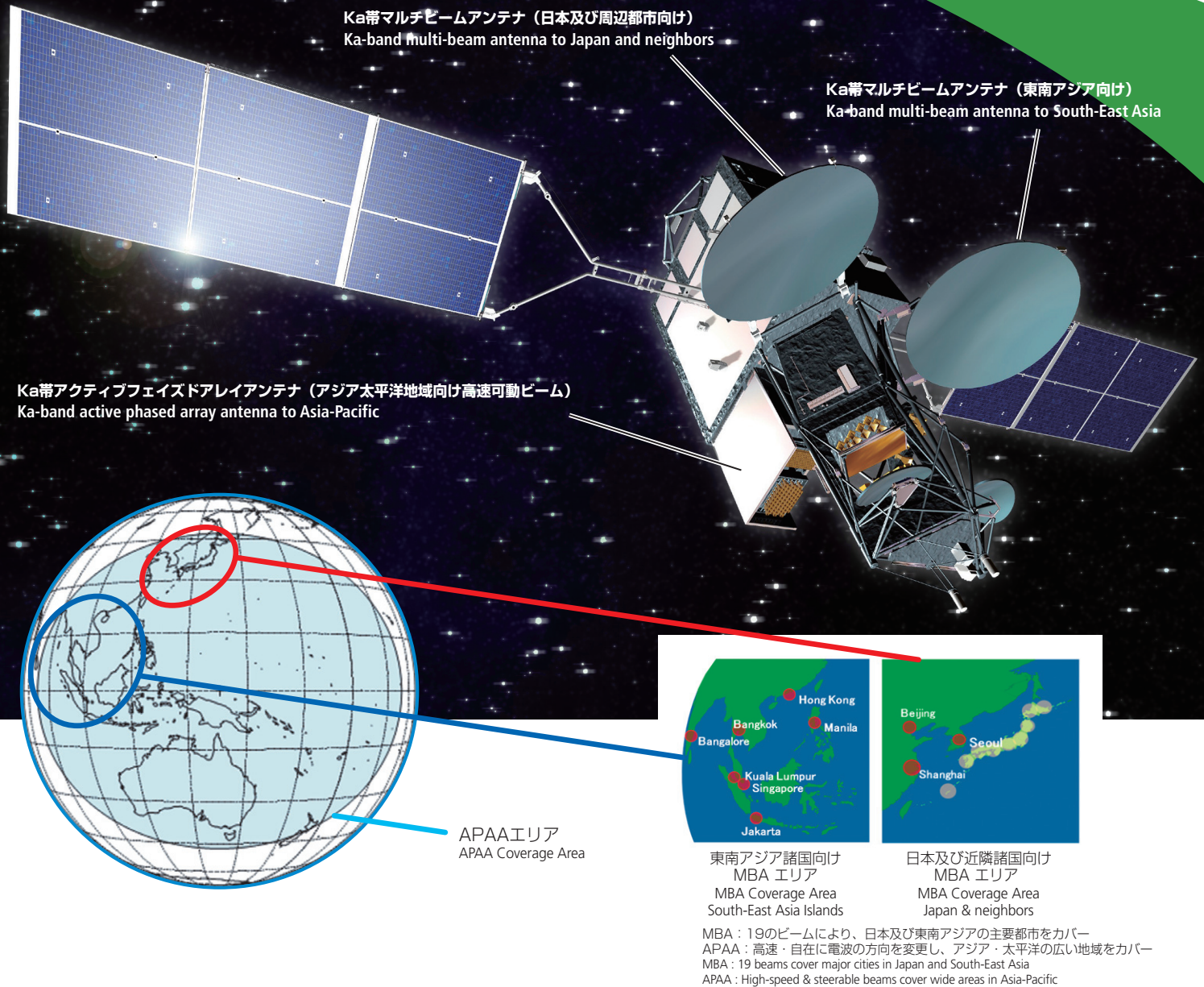


再生紙を使用しています  
JSF1402



# 超高速インターネット衛星—「きずな」

WINDS: Wideband InterNetworking engineering test  
and Demonstration Satellite "KIZUNA"



インターネットの便利な環境を「いつでも、どこでも、誰でも」使えるようにするには、「突然の災害時に（いつでも）対応できる丈夫な通信」「現在、通信が不便な地域に（どこでも）通じる快適な通信」の実現が必要となります。

そのための研究開発として、超高速インターネット衛星「きずな」を独立行政法人情報通信研究機構（NICT）と共同開発し、2008年2月23日にH-IIA ロケットで打ち上げ、宇宙と地上のネットワークをつなぎ、衛星を使った超高速・大容量の通信技術を確認しています。

In order to create convenient environments as "Anyone can use the Internet, Anytime, Anywhere", it is necessary to realize the steady communications available even during sudden disasters and the improvement of communications services in areas where the terrestrial communications infrastructure is poor.

For the research and development of these environments, the Wideband InterNetworking Engineering Test and Demonstration Satellite "KIZUNA" (WINDS) was jointly developed by JAXA and National Institute of Information and Communications Technology (NICT), and launched by H-IIA Launch Vehicle on February 23, 2008. "KIZUNA" (WINDS) connects to the network between space and the ground, and demonstrates the technologies related to ultra-high-speed and large-volume data communications.



# 拡がる「きずな」の世界

～宇宙から海、日本からアジア、災害活動から医療まで安心、安全な社会に～

Spreading "KIZUNA" World ~Aiming for a secure and safety society, from space to ocean, from Japan to Asia, from disaster-relief activities to medical treatments

地上の通信網が整備されてないデジタルディバイド地域や地上網が使用できない災害時では、人工衛星による通信が有効です。JAXAでは、デジタルディバイド地域や災害時の通信利用のため、大容量の情報を小型可搬型の地上局で通信できる衛星を開発・運用しています。これまで、遠隔教育、遠隔医療、大容量情報通信などの実験を行い、未来へ向けた安心、安全な社会に貢献します。

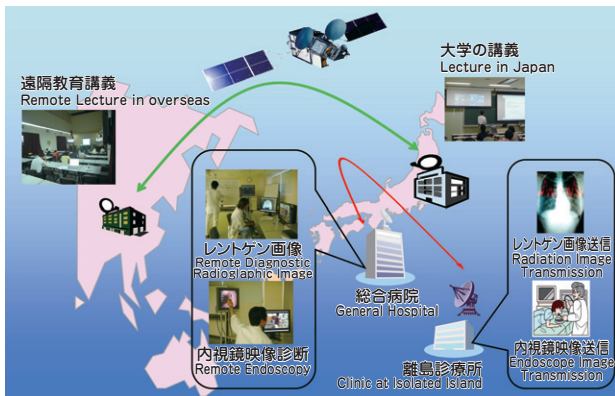
The satellite communications are useful in the area without the terrestrial communications infrastructure, the so-called "digital divide" and at the time the terrestrial networks are damaged. JAXA develops and operates the satellites capable of large-volume data communications with small portable ground terminals, in order to bridge the digital divide and utilize communications at the time of disaster. JAXA have conducted experiments to verify the remote education, the remote medical treatment, and the large-volume data communications. JAXA will contribute to building a secure and safe society in the future.

## 遠くを近くに、国を越えた臨場感

- ・日本と海外の大学を「きずな」で結び遠隔教育や離島と本土の病院を「きずな」で結び遠隔医療の実験を実施
- ・「きずな」の広帯域を活かしたハイビジョン映像により、デジタルディバイド地域とのインタラクティブな遠隔教育、放射線画像診断や技術指導などの高度な遠隔医療が実現可能

### Feeling Closer, Realistic Across Borders.

HD images utilize the large bandwidth and make possible interactive remote education between Japan and overseas and advanced remote medical treatments between mainland and islands, such as diagnostic radiographic image.



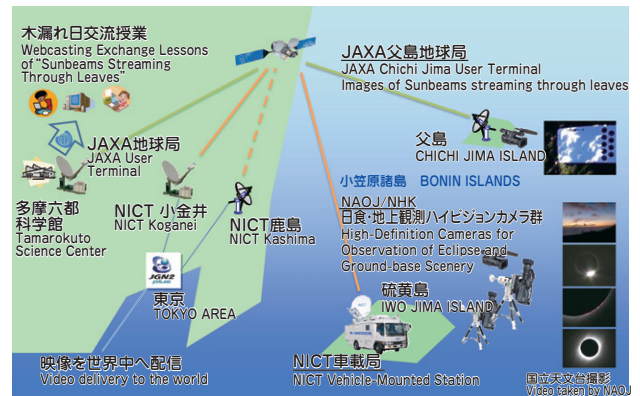
## デジタルディバイド地域から感動を配信

- ・硫黄島から皆既日食(2009年7月)のハイビジョン映像を「きずな」で東京へ伝送、全国へ生放送する実験を実施
- ・デジタルディバイド地域からハイビジョン多重伝送が実現可能

### KIZUNA Transmits Emotion from Isolated Islands.

The HD images of total solar eclipse were transmitted from Iwo Jima to Tokyo and live broadcast nationally in July 2009.

KIZUNA transmits multiple HD images from digital divide area.



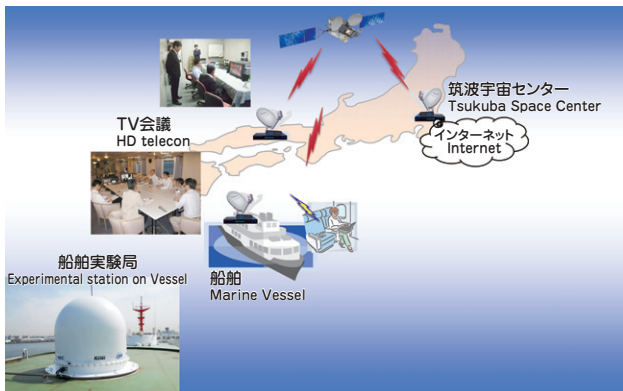
## 海洋上にブロードバンド環境の実現

- ・フェリーと本土を「きずな」で結びフェリー上からのインターネットや地上とのハイビジョンテレビ会議の実験を実施
- ・アジア太平洋地域で提供されている船舶衛星通信サービスと比較してダウンロード速度最大50倍もの海洋上ブロードバンド環境が構築可能(世界一の高速通信を達成)

### Successful Broadband Environment on the Ocean.

"KIZUNA" connects mainland to the ferry to utilize the Internet and the HD telecon with the ground. Its download speed is 50 times more than that of the conventional marine communication service in the Asia-Pacific region.

\*This set the world record for the high-speed communications.  
(Photo: VSAT with a 130 cm diameter aperture antenna used actually)

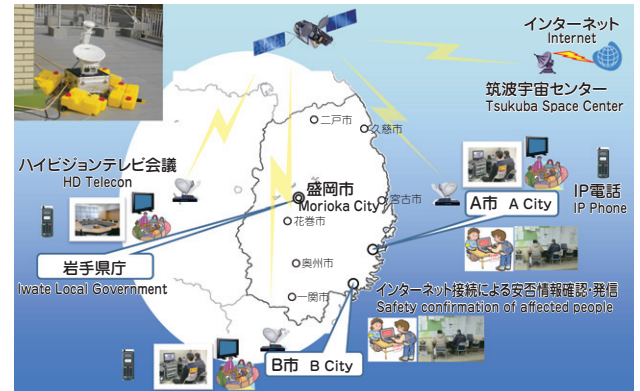


## 宇宙から被災地へ通信支援

- ・東日本大震災において、岩手県でハイビジョンTV会議による災害対策本部での情報共有や、被災者への無線LANによるインターネット環境を提供
- ・小型可搬型の地上局で、災害対策本部での迅速な情報共有、被災者の安否情報確認、現地への災害派遣チームの情報共有等の支援活動に貢献

### KIZUNA Supports Disaster Areas by Communications from Space.

After the Great East Japan Earthquake, JAXA installed small portable ground terminals in Iwate and provided the environment of HD telecon and the Internet for prompt information sharing of disaster measures and the confirmation regarding the safety of afflicted people. (Photo: USAT with a 45 cm diameter aperture antenna used actually)



(日本語 Japanese) きずな(WINDS)実験推進ページ  
<http://winds-ets8.jaxa.jp/winds/>

(英語 English) Kizuna (WINDS) Experiment Promotion Page  
<http://winds-ets8.jaxa.jp/winds/en/>



宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ノラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト

JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス

JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail>

第一衛星利用ミッション本部ウェブサイト

Satellite Applications Mission Directorate I Website

<http://www.satnavi.jaxa.jp/>



リサイクル適性(A)

この印刷物は、印刷用の紙でリサイクルできます。

再生紙を使用しています

JSF1402

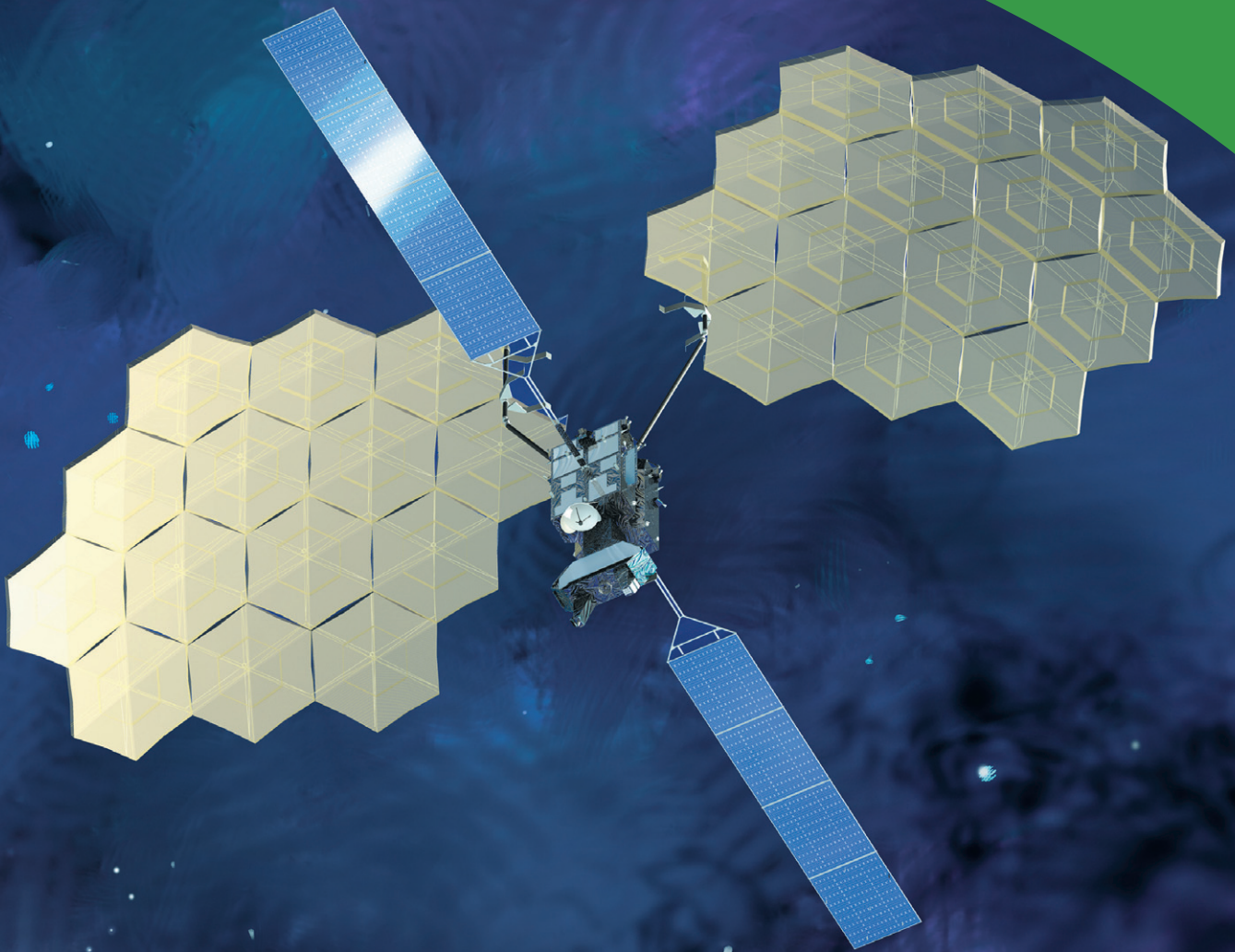


VEGETABLE INK



# 技術試験衛星Ⅶ型 (ETS-Ⅶ) —「きく8号」

ETS-Ⅶ:Engineering Test Satellite-Ⅶ “KIKU No.8”



人工衛星に使用する新しい技術を開発し、実用化するためには実際に宇宙での動作を試験・実証する必要があります。そこで宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、時代のニーズに応じた新技術の宇宙実証を目的として、技術試験衛星（ETS）「きく」シリーズを打ち上げてきました。

「きく8号」は8機目の技術試験衛星で、テニスコートサイズの大型展開アンテナを2基装備した特徴的な外観をもつ、わが国で初めての静止質量3t級の大型静止衛星です。

「きく8号」は2006年12月18日にH-ⅡAロケット204型で種子島宇宙センターから打ち上げられ、東経146度の静止軌道上において、3年間の定常運用段階として衛星搭載機器の軌道上実証と移動体通信・測位の実験運用および利用実証を行いました。2009年末に定常運用段階を終え、現在は後期運用段階に入っています。

The development of new technology for space satellite requires experiments and demonstration in space for practical use. Therefore, the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) has launched a series of “KIKU” Engineering Test Satellites (ETS) in order to conduct the space demonstration of the new technology catering to the needs of the age.

The “KIKU No. 8” is the eighth ETS which has a distinctive appearance with tennis court sized two Large Deployable antenna Reflectors (LDRs). It is the Japan’s first 3-ton-class geostationary satellite.

KIKU No. 8 was launched by an H-Ⅱ A204 launch vehicle from the Tanegashima Space Center on December 18, 2006, and has been carrying out in-orbit demonstrations of satellite-installed equipment as well as mobile communications and positioning experiments while in geostationary orbit at 146 degrees east. The satellite completed its three-year regular operation phase, and entered the post operation phase.



# 移動体からの高速通信を目指して

## Contribution to Improving Mobile Communication Services

「きく8号が実証する新しい技術」

### New Technology Demonstrated by the KIKU No.8

「きく8号」は、太陽電池パドルと大型展開アンテナを全て展開すると全長40m、全幅40mにもなる世界最大級の静止衛星です。実証する主な技術としては以下の4項目があります。

The “KIKU No. 8” is one of the world’s largest geostationary satellites which measures 40 meters long by 40 meters wide when deploying two solar array paddles and two Large Deployable antenna Reflectors(LDRs). The main technologies to be verified with the satellite are the following four.

#### 1) 静止軌道上での質量が3t級の大型静止衛星バス技術

##### An advanced 3-ton-class spacecraft bus

ペイロード比40%以上を実現した軽量構体およびバス機器の統合化、大電力化に対応した100V電源系、CCSDS準拠および1553Bデータバスにより標準化したTT&Cおよびデータ処理系、南北面連結ヒートパイプを採用した効率の良い熱制御系、フォールトトレラント機能・再プログラム機能をもつ故障に強い姿勢制御系等の新技術を含む新しい衛星バス技術を実証します。「きく8号」で実証されたこの衛星バス技術は、「ひまわり7号」「スーパーバード7」「準天頂衛星」「ST-2」「ひまわり8号・9号」で採用されています。

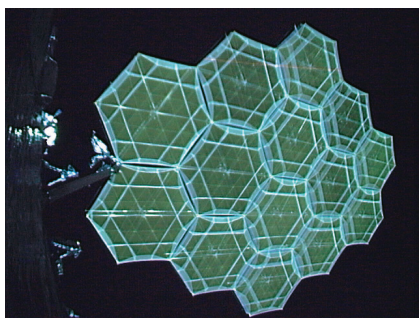
It demonstrates a new spacecraft bus with a light structure to improve over 40% of payload ratio and above and integrated bus equipment, power supply system of 100V to provide large amount of power, TT&C and data processing system which are CCSDS-compliant and standardized with 1553B data bus, efficient thermal control system with the heat pipe connecting the north and south panels and the new technologies including the attitude control system equipped with fault tolerant functions and reprogramming capability. The spacecraft bus technology demonstrated on KIKU No.8 has been adopted in Himawari-7(MTSAT-2), Superbird-7, Quasi-Zenith Satellites, ST-2, Himawari-8 and Himawari-9.

#### 2) テニスコートサイズの大型展開アンテナ技術

##### Large Deployable antenna Reflector of the size of tennis court

地上の端末を小型化するためには衛星側のアンテナを大型化する必要がありますが、ロケットに収納できる大きさには上限があります。「きく8号」の大型展開アンテナは、金属メッシュ鏡面をもつ六角形の展開トラスモジュールを14個結合する世界的にも独自の構造とすることで、展開時は19m×17mの大きさのアンテナを、直径1m×長さ4mの大きさに収納することができます。また、このモジュール構造は、Sバンドに対応する高鏡面精度とモジュール数増加による将来の拡張性も併せもっています。「きく8号」の大型展開アンテナは、2006年12月25日から26日にかけて宇宙空間での展開に成功し、それを用いた通信実験が行われています。

To downsize the ground terminal, it is required to increase the size of satellite antenna. On the other hand, the size is limited to be attached to the rocket. The Large Deployable antenna Reflectors (LDRs) of “KIKU No. 8” has a unique structure worldwide with 14 hexagonal and deployable truss modules which have metal mesh mirror surface. The size of LDRs is 19m×17m when deployed, but it can be packed in a 1m×4m shape. Moreover, this modular structure enables high reflector surface preciseness to support S-band, as well as scalability for future increase of modules. The deployment in space of the LDRs of “KIKU No. 8” succeeded in 2006 (December 25-26) and the communication experiment has been conducted with the LDRs.



▲ 軌道上で展開した大型展開アンテナ (LDR)  
LDR deployed in orbit

(日本語 Japanese)

<http://www.jaxa.jp/projects/sat/ets8/>

#### 3) 小型端末で静止衛星と直接通信する移動体通信技術

##### Mobile communication technology for direct communication between compact terminal and geostationary satellite

Sバンドの周波数を使用して、小型・携帯端末を用いた移動体音声通信実験および移動体高速パケット通信実験を行います。これらを可能とするために、フェーズドアレイ給電部とビームフォーミングネットワークを開発し、日本国内をカバーする複数のビーム形成による電波の利用効率向上を、また衛星搭載交換機を開発し、地上交換局設備を必要としないシングルホップの衛星通信を実現します。JAXAでは、地上端末として最大1.5Mbpsのデータ伝送用のポータブル端末と、PDAサイズの超小型携帯端末を開発し、それらを用いて防災・山岳・海洋を対象とした応用実験等を実施しています。

The KIKU No. 8 will conduct orbital experiments on mobile voice communication and high-speed packet communications with hand-held terminals in the S-band frequency. For these experiments, phased array feeder and beam forming networks have been developed to synthesize signals into several beams to cover the entire nation for improvements in radio wave use efficiency. Onboard processor switches have also been developed, enabling single-hop satellite communication without ground switchboard. JAXA has developed a portable ground terminal for data transmission covering up to 1.5Mbps and a PDA-sized ultra compact mobile terminal. Application experiments have been conducted with the terminal, covering mountains and oceans in the context of disaster prevention.



▲ 防災端末・ポータブル端末  
Disaster prevention terminal/Portable terminal

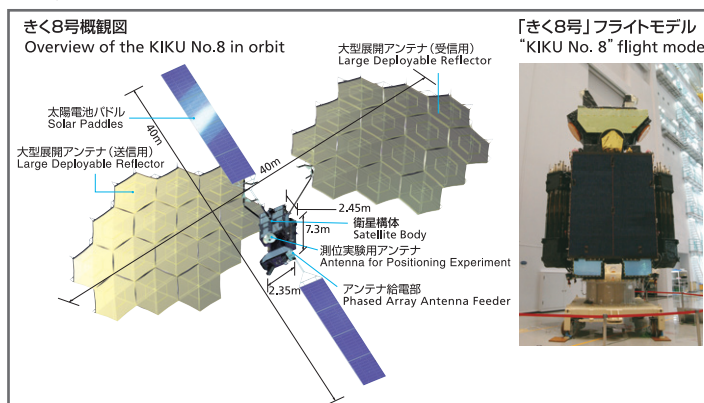
▲ 超小型端末  
Ultracompact terminal

#### 4) 静止衛星を用いた測位システムの基盤技術

##### Basic technology of geostationary satellite positioning system

原子時計と時刻比較装置を搭載し、極めて正確な時刻情報を生成することができます。これにより「きく8号」とGPS衛星を組み合わせる測位実験等を行い、衛星測位システムの基盤技術の習得を行います。「きく8号」の測位実験で得られた技術・知見は、準天頂衛星システム等の将来の衛星測位システムに反映されていきます。

The KIKU No. 8 is equipped with a highly accurate atomic clock and time transfer equipment. This enables generation of extremely accurate time signals. Positioning experiments will be conducted combining the “KIKU No. 8” and GPS satellites in order to obtain basic satellite positioning system technology. The technology and knowledge obtained through positioning experiments using “KIKU No. 8” will be reflected in future satellite positioning systems such as the Quasi-Zenith Satellite System (QZSS).



(英語 English)

[http://www.jaxa.jp/projects/sat/ets8/index\\_e.html](http://www.jaxa.jp/projects/sat/ets8/index_e.html)



宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ

Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan

Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト

JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス

JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail>

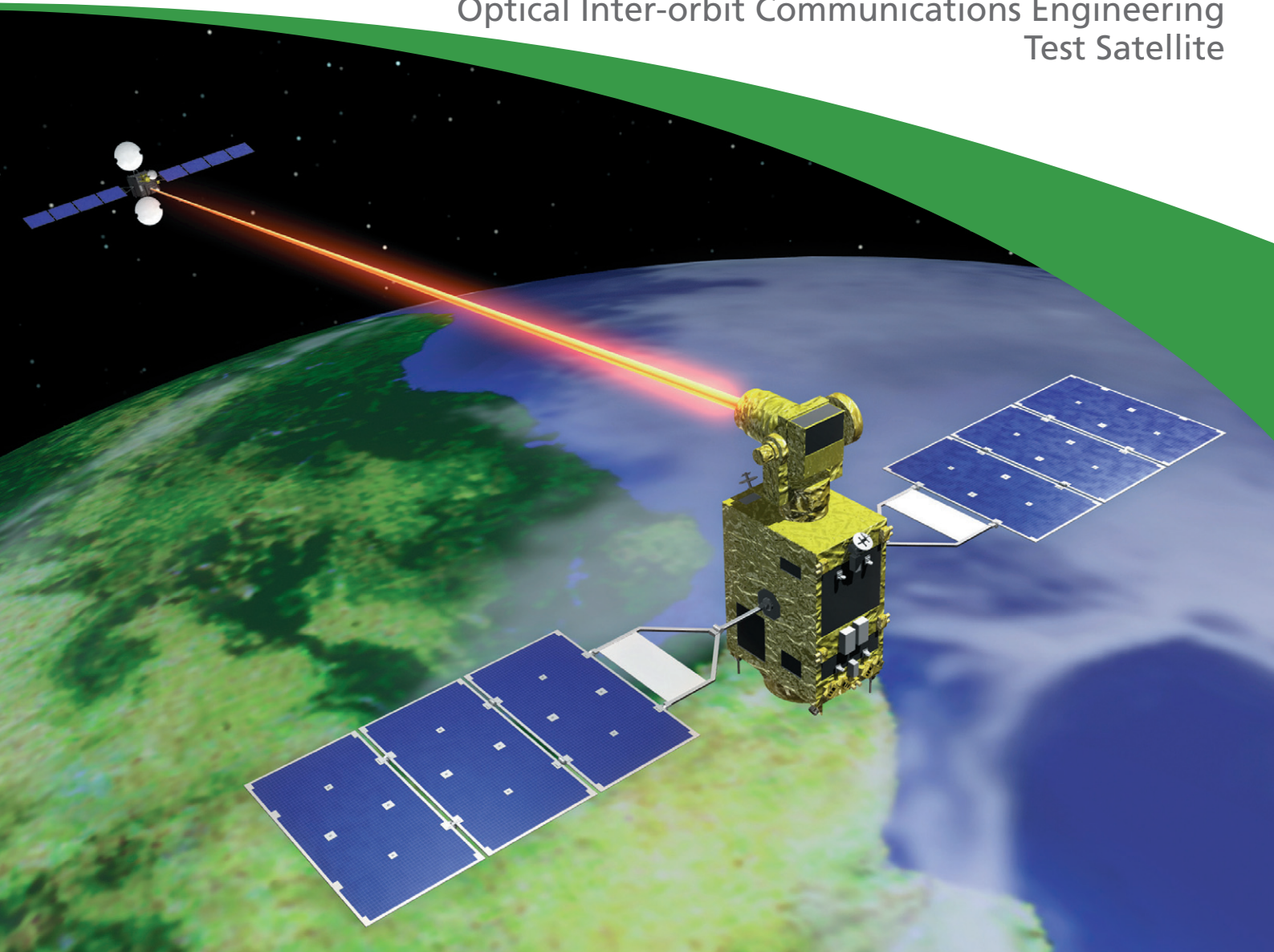


再生紙を使用しています  
JISF1402



# 光衛星間通信実験衛星—OICETS

OICETS:  
Optical Inter-orbit Communications Engineering  
Test Satellite



地球観測衛星の観測データや探査衛星から遠い惑星の画像を地球に送ったり、軌道上の衛星同士で情報を交換したりと、電波を使った通信は様々な宇宙活動を支えています。宇宙活動が盛んになるに従い、地球観測衛星に搭載されるセンサーの数が増えたり、分解能が向上したりして膨大な観測データを送信する必要がでてきたり、宇宙通信で利用できる周波数には限りがあるため、干渉が問題となったりしてきています。

そこで将来の技術として注目されているのが、レーザー光を使った光通信です。光通信は、原理的に電波を使用した通信よりも大容量の通信を行うことができ、また非常に絞ったビームを使用するため、干渉が起きる可能性が少ないという利点があります。

光衛星間通信実験衛星(OICETS)は、将来の宇宙活動において重要となるこの光衛星間通信に関し、欧州宇宙機関(ESA)との国際協力によりESAのARTEMIS静止衛星との間で、レーザー光による通信実験を行うことを目的とした衛星です。OICETSは2005年度夏に低高度地球周回軌道に打ち上げることを目標としています。

Communications support current space activities. For example, Earth-observation satellites and explorer satellites transmit the observation data and planet images to the ground using various radio frequencies. However, an increasing number of sensors are being installed on satellites and the volume of the observation data is growing, so interference has become a problem because frequencies available for space communications are limited.

Laser-based optical communications has thus attracted attention as a promising technology because of its capability to transfer a larger data volume than RF communications. Another advantage is the reduction of interference because optical communications uses a much higher frequency.

The Optical Inter-orbit Communications Engineering Test Satellite (OICETS) is being developed to test innovative technologies of laser-based optical inter-orbit communications between OICETS and the Advanced Relay and Technology Mission (ARTEMIS) geostationary satellite for future space activities. OICETS launch is scheduled for the summer of 2005.

# 新たな光通信の開発を目指して

For the Development of New Optical Communications

軌道上衛星外観図

On orbit Satellite Configuration

光衛星間通信機器光学部

Laser Utilizing Communications Equipment (LUCE)  
Optical part

進行方向  
Along-track

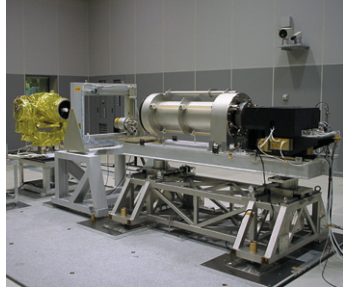
~2.64m

~1.75m

~9.36m

地球方向  
Nadir

太陽電池パドル  
Solar Paddle



システム光学特性試験装置

Ground Optical Assistance for LUCE

質量：約570kg  
Weight: Approximately 570 kg  
サイズ：本体約0.78×1.1×1.5mの箱型  
太陽電池パドルの端から端まで約9.36m  
Dimensions: Box-shaped satellite with dimensions of  
0.78 m x 1.1 m x 1.5 m  
Total length of the Solar Array Paddles  
(after deployment) 9.36 m  
軌道：高度約610kmの円軌道  
Orbit: Circular orbit at an altitude of 610 km  
打ち上げ：2005年夏 カザフスタンのバイコヌール宇宙  
基地からドニエプルロケットで打ち上げ予定  
Launch: OICETS will be launched by the Dnepr launch vehicle  
from the Baikonur Cosmodrome, Kazakhstan,  
in the summer of 2005.

## 【特徴】

OICETSは、低い軌道の衛星と静止衛星との間で光衛星間通信を行う技術を実証することを目的とした衛星で、高度610kmの円軌道に打ち上げられる予定です。本体上面にはレーザー光を送受信するための反射望遠鏡やその他の光学系を搭載し、静止軌道上にある欧州宇宙機関(ESA)の通信衛星「アルテミス」との間でレーザー光による通信実験を行います。

## 【実験計画】

OICETSの主な実験項目としては1) ARTEMISとの光衛星間通信実験、2) 恒星捕捉追尾等を含む捕捉追尾系評価実験、3) 宇宙環境下における搭載機器の性能実験、4) 地球大気下での追尾特性等を含む光学特性評価実験、5) 衛星微小振動測定、6) 情報通信総合研究機構(NICT)との精密レーザー測距が検討されています。

## 【衛星の特徴と機能】

OICETSは質量約570kgの小型衛星で、本体は約0.78m x 1.1m x 1.5mの箱型、軌道上で2翼の太陽電池を展開し、3軸姿勢制御を行いません。搭載されているミッション機器は光衛星間通信機器(LUCE)と微小振動測定装置(MVE)です。光衛星間通信では、最大約4万km離れた衛星同士が数マイクロラジアン精度でレーザー光を送受信する必要があるため、高精度に加工された光学機器やそれらを正確に制御する技術が必要となります。捕捉・追尾・指向技術を中心とした要素技術の向上は、光衛星間通信を行う上で不可欠であり、将来の宇宙活動において重要なミッションの一つです。光衛星間通信機器(LUCE)はレーザー光を使い、OICETS-ARTEMIS衛星間で軌道上実験を行うための装置で、特にLUCEは極めて高精度な追尾制御を必要とするため、微小振動測定装置を用いて、衛星に搭載されている各種駆動機器の振動が光衛星間通信に及ぼす影響を検討することとしています。OICETSではこれらの要素技術の実証と宇宙環境下での性能確認を行い、実用化に向けたデータを取得します。

## Development Objectives

OICETS will be launched into circular orbit at an altitude of 610 kilometers and will conduct various experiments to verify its technological capabilities for optical inter-orbit communication between geostationary satellites and low-earth-orbit satellites. Its reflecting telescope and other optical communication subsystems are designed to conduct on-orbit optical communication experiments between OICETS and ARTEMIS and are installed on the anti-earth panel.

## Experimentation Plans

OICETS major planned experiments are as follows: 1) Experiments of inter-satellite optical communications with ARTEMIS, 2) Experiments to evaluate acquisition and tracking mechanisms, including acquiring and tracking stars, 3) Experiments to evaluate the capabilities of on-board equipment in a space environment, 4) Experiments to evaluate optical characteristics including acquisition and tracking characteristics under the influence of the Earth's atmosphere, 5) Experiments of satellite micro vibration measurements, and 6) Experiments of precise laser ranging between OICETS and the National Institute of Information and Communications Technology (NICT).

## Characteristics and Functions of OICETS

OICETS is a 0.78 m x 1.1 m x 1.5 m small box-shaped satellite weighing 570 kilograms. After deploying two solar array paddles, the satellite establishes three-axis attitude control. The Laser-Utilizing Communications Equipment (LUCE) and the Micro Vibration Equipment (MVE) are accommodated as mission payloads. Optical inter-satellite communication requires advanced control technologies for ultra-precise optical equipment because two satellites, separated by up to 40,000 kilometers, need to send and receive laser beams to within an average diameter of micro radians. Thus, advancements in acquisition, tracking, and pointing technologies are important missions for the optical inter-orbit satellite communication, which is a key technology in future space activities. LUCE enables performing on-orbit optical communication experiments between ARTEMIS and OICETS using laser beams. Because the performance of LUCE is affected by micro vibration, MVE evaluates effects of the vibration caused by various onboard drives on the performance of the optical inter-satellite communication. OICETS will test and verify the function of these element technologies in order to obtain useful data for practical application in the near future.



宇宙航空研究開発機構  
広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city, 4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008, Japan  
Phone: +81-3-5289-3650 Fax: +81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト  
JAXA Website  
<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス  
JAXA Mail Service  
<http://www.jaxa.jp/pr/mail/>



再生紙を使用しています  
JSF1402





# データ中継技術衛星—こだま

## DRTS:Data Relay Test Satellite



高度300kmから1000km程度の低い軌道を周回する地球観測衛星や国際宇宙ステーションは、地上からは空を横切っていくように見えます。見えている時間、つまり地上と直接通信できる時間は、1回に数分から十数分です。地球上のあちこちに地上局を設置して通信可能時間を増やすこともできますが、施設の建設や維持にはコストがかかります。

そこで登場するのが、データ中継衛星です。高度3万6千kmの静止軌道に位置し、低い軌道を周回する宇宙機と地上局との間の通信を中継する衛星です。データ中継衛星があると、低軌道宇宙機との通信可能な時間が大きく増えます。「こだま」はデータ中継衛星に必要な技術を軌道上で実証するための衛星です。

「こだま」は2002年9月10日に打ち上げられ、現在はインド洋上空の静止軌道で運用されています。

Spacecraft in low to mid-altitude orbits (MEO/LEO: approx. 300 km- 1,000 km), such as Earth observation satellites and the International Space Station (ISS), looks like a shooting star when you are standing on the ground looking up at the sky. MEO/LEO spacecraft can be communicated with a ground station only for few minutes to about ten minutes per line-of-the sight. Although the spacecraft can be accessed more frequently by installing ground stations everywhere, it costs a lot to construct and maintain the facilities.

That is where a data relay satellite plays an important role. Placed into geostationary orbit at an altitude of 36,000 kilometers, the data relay satellite receives data from spacecraft in MEO/LEO orbits and relays the data directly to the relevant ground station. The DRTS will demonstrate technologies required to serve as a data relay satellite.

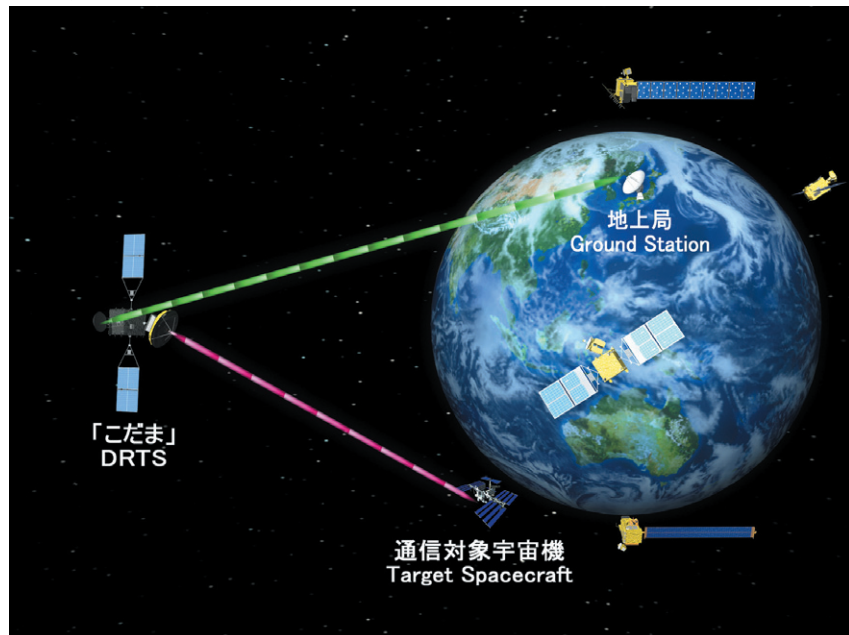
The DRTS was launched on September 10, 2002 and has been operating in geostationary orbit over the Indian Ocean.

# 宇宙に浮かぶデータ中継基地

Data relay base in the space

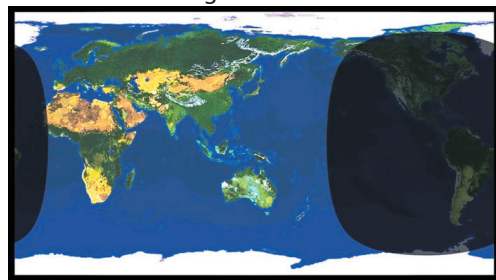
「こだま」によるデータ中継概念図

Configuration of data-relay experiments



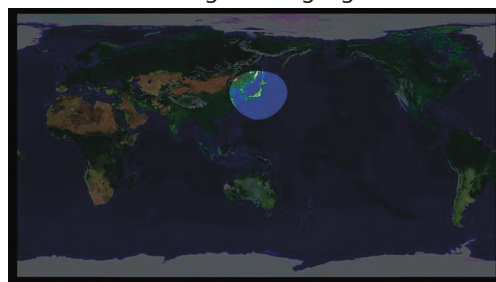
「こだま」を経由する通信可能領域

Communication region via DRTS



地上局との直接通信可能領域

Communication region using a ground station



## 「こだま」の特徴

「こだま」は日本が初めて打ち上げたデータ中継を専門とする衛星です。静止軌道質量は約1.5トンと、最近の静止衛星としては中型サイズです。Sバンド、Kaバンドという2つの波長の電波で他の宇宙機と通信し、地上とはKaバンドで通信します。そのために「こだま」には直径3.6mの衛星間通信用アンテナと、直径1.8m相当の地上との通信用アンテナが装備されています。衛星間通信用アンテナは、低い軌道を周回する宇宙機の方向に向けるための首を振る機構が根元に付いています。通信速度は最大で240 Mbps以上です。

## 「こだま」の成果

「こだま」は環境観測技術衛星「みどりⅡ（ADEOS-Ⅱ）」とのデータ中継実験で、2003年2月20日に日本で初めて静止衛星を使ったデータ中継に成功しました。「みどりⅡ」は多くの観測データを「こだま」経由で地上に通信しました。

今後は、陸域観測技術衛星（ALOS）や、国際宇宙ステーションヘドッキングが予定されている日本の実験モジュール「きぼう」とも通信実験が予定されており、貴重な観測データの中継や、「きぼう」に搭乗する宇宙飛行士との通信など、さまざまな場面での活躍が期待されています。

## Feature

The DRTS is Japan's first-ever data relay satellite. The DRTS is smaller than current geostationary satellites, weighing some 1.5 tons at the beginning of mission life. The satellite communicates with target spacecraft via S-band and Ka-band inter-satellite links. For this reason, the DRTS is equipped with an inter-satellite communication antenna having 3.6 meters in aperture diameter and a feeder link antenna having 1.8 meters in aperture diameter. The inter-satellite communication antenna has the steering mechanism to orient the reflector to MEO/LEO spacecraft. The DRTS is capable of transmitting data at a rate of up to 240 Mbps.

## Function and Experiment Result

The first inter-satellite communications experiment was successfully conducted between the ADEOS-II and the DRTS on February 20, 2003.

The ADEOS-II has transmitted many real-time images to ground stations via the DRTS.

A future plan calls for us to conduct communications experiments between the DRTS and the Advanced Land Observing Satellite (ALOS), scheduled for launch in FY 2004 (As of the end of September 2003), or Kibo, Japan's experiment module attached to the ISS. The DRTS is expected to relay valuable observation data and broadcast the space activities of astronauts.



リサイクル適性(A)

この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

再生紙を使用しています  
JSF1402



宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

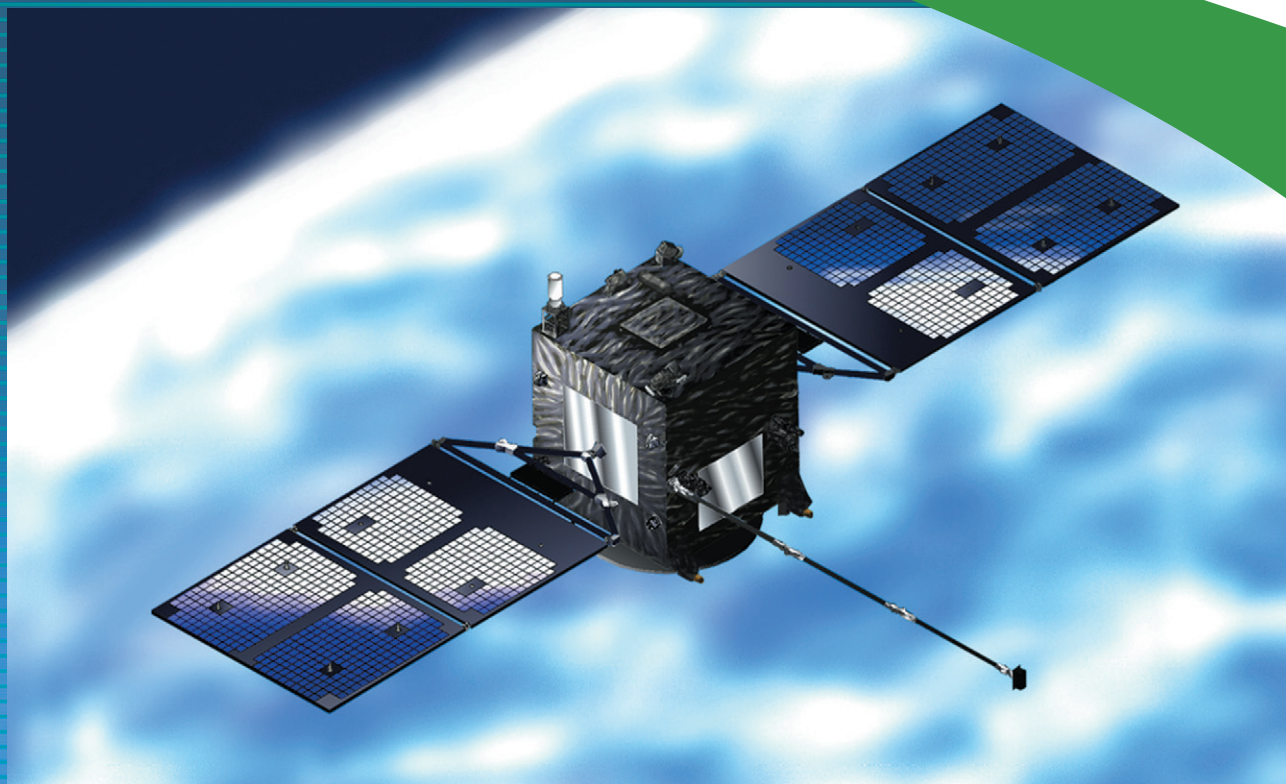
JAXAウェブサイト  
JAXA Website  
<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス  
JAXA Mail Service  
<http://www.jaxa.jp/pr/mail>



# 民生部品・コンポーネント実証衛星「つばさ」

## MDS-1: Mission Demonstration test Satellite-1



ロケットや衛星には、特別な検査や試験を経て「地上と異なる宇宙環境でもきちんと動作する」と保証された電子部品を使用しています。しかし、そのような部品はどうしても高価になります。一方、時代に沿った先端技術の民生部品を宇宙に適用するには、信頼性評価データがメーカーから公表されていないこと、宇宙適用のための信頼性評価試験が追いつかないこと、耐放射線性に代表される宇宙特有の技術判断に時間を要すること等、様々な障害があります。

こうした現状のなか、「つばさ」は、宇宙環境を正確に把握し、地上評価試験データと軌道上評価試験データを比較照合して、新しい民生部品やコンポーネントを宇宙に適用するための評価方法を確立する目的で開発されました。2002年2月4日に打ち上げられ、民生部品の軌道上動作評価、コンポーネントの小型軽量化技術の確認、および宇宙放射線の計測などの成果をあげ、翌年9月25日に停波しました。

Numerous electronic parts are used for rockets and satellites. These parts must pass rigorous tests and inspections to ensure that they can function normally in the space environment that is a place of extremes, compared to what we experience on Earth. Since such space-qualified parts are very expensive, the use of cheap but high quality Commercial-Off-The-Shelf (COTS) products is one of solutions to reduce overall mission costs. However, there are several obstacles to be overcome for us to use the COTS products as space parts; no availability of quality assurance data from manufactures; inadequacy of personnel resources to conduct quality assurance tests; and much time taken to determine the survivability in such space-specific environment as space radiation.

The Mission Demonstration test Satellite-1 (MDS-1) was designed to obtain accurate space environment data and verify functions of commercially available parts for their possible use in space. Accordingly, it is possible to evaluate the appropriateness of tested parts for use in space through comparison of ground test data with orbital test data. MDS-1 was launched on February 4, 2002, and provided us with valuable data, including to verify the function of commercial parts in orbit, to verify minimization technology for components, and to measure space environment data (e.g., radiation, etc.). The satellite ended its mission period on September 25, 2003.

# 民生用電子部品・コンポーネントを 宇宙に適用するための評価方法を確立します。

MDS-1 Contributes to Evaluating the Possible Use of COTS Products in Space

## MDS-1に搭載されている6種類の実験機器 Six mission equipment onboard MTS-1

### 半導体レコーダ実験装置

民生メモリ素子の高密度実装と、誤り訂正符号技術を軌道上で評価

#### Solid State data Recorder (SSR)

To verify commercially developed memory devices and high density packaging technology, as well as error detection and correction functions.

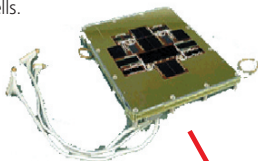


### 地上用太陽電池実験装置

地上用太陽電池セルの軌道上データの取得

#### Terrestrial Solar Cells (TSC)

To collect experimental data that will assist in evaluating and analyzing the performance and radiation hardeness inherent in the commercial solar cells.

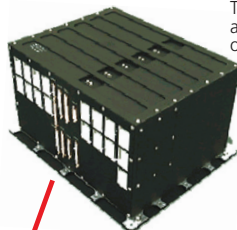


### 民生半導体部品実験装置

宇宙放射線による民生電子部品の性能劣化データの取得

#### Commercial Semiconductor Devices (CSD)

To collect data that will assist in evaluating and analyzing effects of space radiation on the performance of COTS electronics.

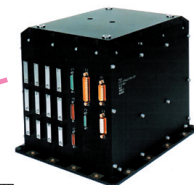


### 並列計算機システム実験装置

民生MPUを複数搭載した高性能計算機システムを軌道上で評価

#### Parallel Computer System (PCS)

To verify high performance computer integrated with high performance COTS MPU.

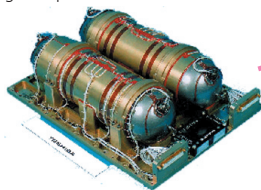


### CPV型バッテリー実験装置

小型軽量化を可能とするCommon Pressure Vessel型バッテリーの性能を軌道上で評価

#### Common Pressure Vessel type battery (CPV)

To verify the functions and performance of CPV type batteries expected to reduce size and weight of power units.

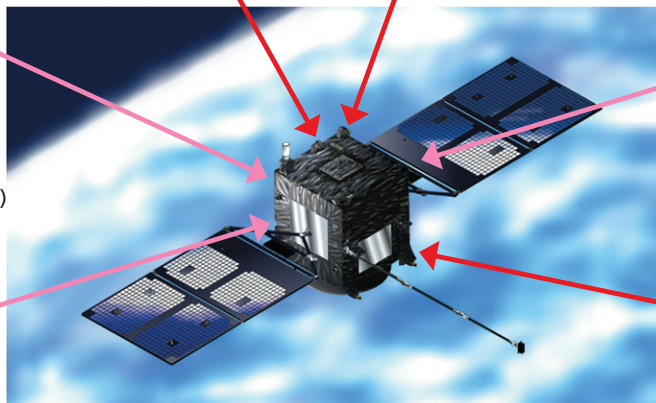


### 宇宙環境計測装置

宇宙放射線環境の計測と宇宙放射線マップの作成

#### Space Environment Data Acquisition equipment (SEDA)

To measure the space radiation environment and prepare space radiation profiles.



## [民生用電子部品の宇宙適用評価]

「つばさ」は質量475kgの比較的小さな衛星です。地上で使われている様々な電子機器を搭載し、宇宙放射線による劣化や、エラーが発生する様子を調べ、また同時に放射線や磁場といった宇宙環境も観測しました。

H-IIAロケット試験機2号機で打ち上げられた後、放射線密度の高いヴァン・アレン帯のなかを通過する、静止トランスファー軌道に投入され、1.5年間のデータ取得を行いました。

## [「つばさ」の成果]

「つばさ」は、民生部品の宇宙適用を目指し、以下の成果を得ました。

- ①評価した民生部品技術について、地上評価試験及び軌道上データを比較検証することにより、地上評価試験技術を確立できる目途が得られた。また、この中で宇宙用太陽電池について世界のトップレベルを狙える知見が得られた。
- ②コンポーネント実証についても、今後の衛星開発に向け非常に有益な実証データが得られた。(陸域観測技術衛星(ALOS)、技術試験衛星Ⅷ型(ETS-Ⅷ)、「さぼろ」日本実験棟など)
- ③宇宙放射線環境の計測において、従来使用のNASAモデルに比べ、穏やかな放射線環境であるデータが得られ、今後の放射線対策最適設計へ反映できる。
- ④「つばさ」で採用した短期間、低開発コストを目指した新たな衛星開発手法の有効性について確認でき、今後の衛星開発へ適用が期待できる。

## Evaluation of COTS electronics for use in space

MDS-1 is a mini-satellite of 475 Kg with equipment composed of various COTS electronics. A primary mission goal of MDS-1 is collect data on effects of space radiation, such as Single Event Upsets/Latchups, and measure space radiation and magnetic fields.

MDS-1 was launched atop the H-IIA launch vehicle No.2 and placed into geostationary transfer orbit where satellites must pass the Van Allen Belt. The satellite obtained data for a period of 1.5 years.

## Achievements of MDS-1

MDS-1 provided us with the following results by demonstrating the possible use of COTS products in space.

- (E) Comparing results of ground tests with orbital data on COTS technology will allow us to establish a method for verifying the selection process and ground test procedures. In addition, the results showed that Japan would be able to develop top-level space solar cells.
- (F) Component demonstration experiments provided us with orbital data that is very useful to developing future satellites, such as the Advanced Land Observing Satellite (ALOS), Engineering Test Satellite-VIII(ETS-VIII) and Japanese Experiment Module (JEM).
- (G) Space radiation measurement gave us data indicating that space radiation environment is more moderate than relevant NASA models. The finding is incorporated into radiation-hardened design of future satellites.
- (H) A new approach for low-cost, short-period development proved efficient and viable, thereby the future satellites can be developed using the approach.



## 宇宙航空研究開発機構

### 広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト  
JAXA Website  
<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス  
JAXA Mail Service  
<http://www.jaxa.jp/pr/mail/>



この印刷物は、印刷用の紙で  
リサイクルできます。  
再生紙を使用しています  
JSF1402





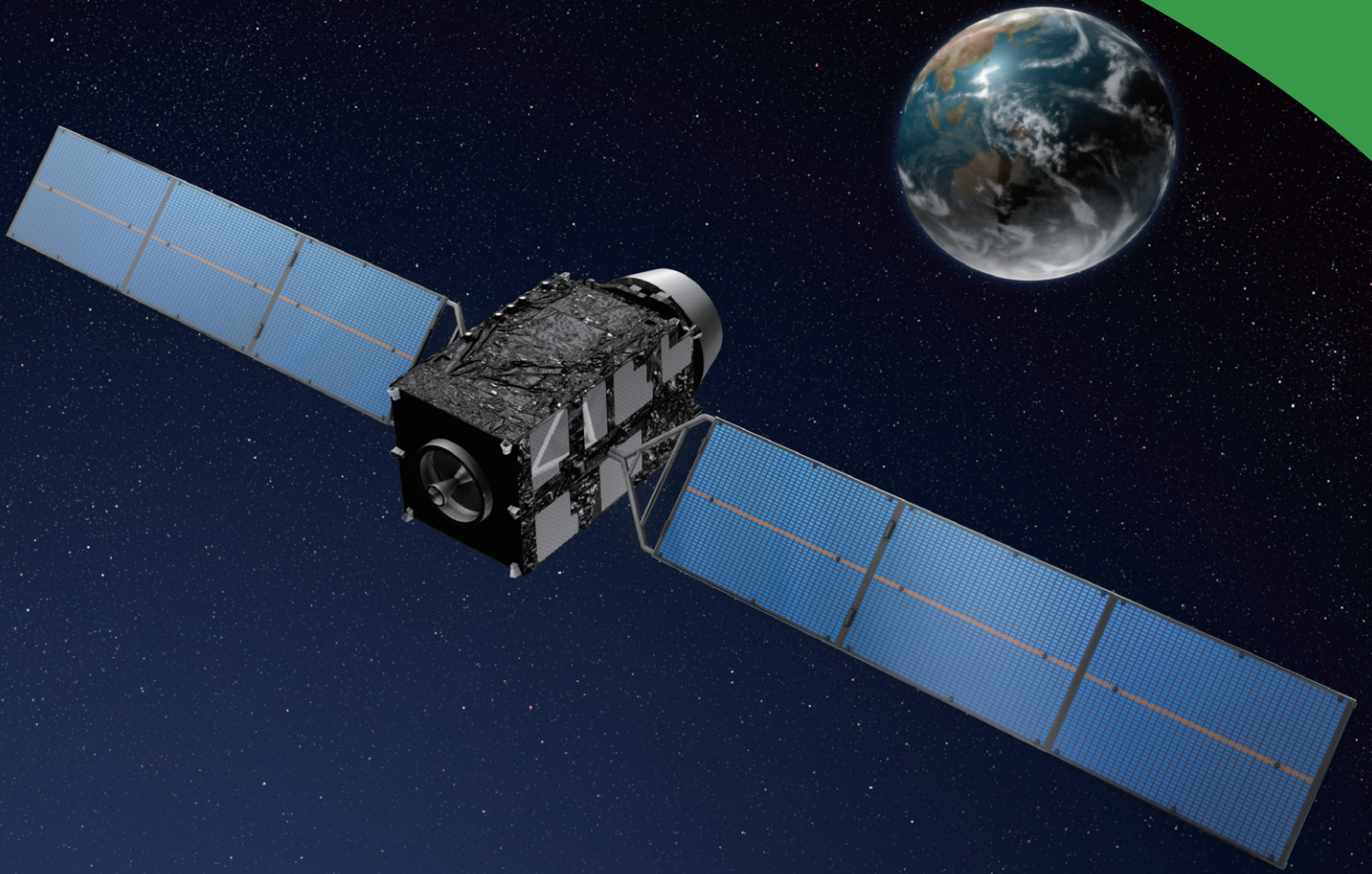
# 準天頂衛星システム

Quasi-Zenith Satellite System

## 準天頂衛星初号機「みちびき」

First Quasi-Zenith Satellite

"MICHIBIKI"



人工衛星による測位システムは、これまで測地・測量やカーナビなど幅広い分野に利用され、私たちの生活になくてはならないものになっています。しかしながら山間部や都市部など、山や高層ビルに遮られて、測位に必要な衛星の数(受信できる衛星数)が限られてしまうことがあります。

準天頂衛星システムは、日本のほぼ真上(準天頂)を通る軌道を持つ衛星を複数機組み合わせた測位システムで、常に1機の衛星を日本上空に配置することができます。真上にいることで山や高層ビルに影響されず、全国をほぼ100%カバーする高精度の衛星測位サービスの提供を可能とするものです。

準天頂衛星システムの第1段階である、準天頂衛星初号機「みちびき」による技術実証・利用実証においては、JAXAは準天頂衛星システムの整備・運用を行うこととなっており(平成20年4月制定「地理空間情報活用推進基本計画」による)、これを通じてJAXAはわが国の衛星測位技術の高度化を行い、便利で安心・安全な社会の実現に貢献したいと考えています。

Satellite-based positioning systems have been used in a broad range of fields including car navigation and geodetic and land surveying, and are now an indispensable part of our lives. However, satellites available for positioning (or that can receive GPS signals) in mountain and urban areas are sometimes limited due to mountains and high-rise buildings that block GPS signals.

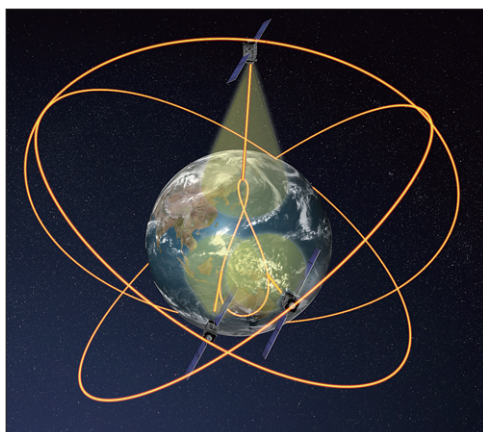
The Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) is a positioning system using multiple satellites that have the same orbital period as geostationary satellites with some orbital inclinations (their orbits are known as "Quasi-Zenith Orbits"). These satellites are placed in multiple orbital planes, so that one satellite always appears near the zenith above Japan. With a satellite that can always receive GPS signals that are not blocked by mountains or high-rise buildings, the system can deliver high accuracy satellite positioning services covering close to 100% of Japan, including urban canyon and mountain terrain.

JAXA will provide maintenance and operation services for the QZSS in the area of technology and in demonstrations of the First Quasi-Zenith Satellite "MICHIBIKI", the 1st phase of the QZSS project (in accordance with the "Basic Act on the Advancement of Utilizing Geospatial Information" established in April 2008). Through these activities, we hope to contribute to the realization of a more convenient, safe, and secure society, with enhanced national satellite positioning technology.

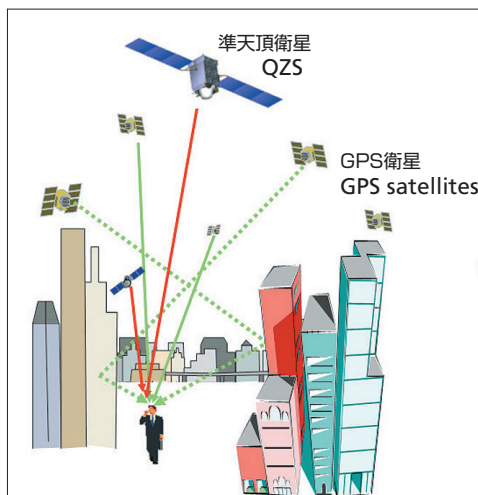


# 見上げればいつもそこにいる安心感

Constantly contributing to a safe and secure society from directly over Japan



準天頂衛星システムの構成(イメージ図)  
Quasi-Zenith Satellite System (Concept)



## 準天頂衛星システムの利点

複数機の準天頂衛星のうち、少なくとも1機が日本中どこでも仰角60度以上に見えます。ビル谷間でも測位可能な時間を増やすとともに、反射波の影響の少ない信号を届けることができます。

## Advantage of Quasi-Zenith Satellite System

At least one Quasi-Zenith Satellites elevation angle exceeds 60 degrees throughout Japan. The signals from a QZS, which is less error due to multipath and reflection, reach users in urban canyon and enhance GPS availability.

## [準天頂衛星システムの役割]

### 【GPS補完】

GPS補完技術は、米国が運用するGPSと高仰角にある準天頂測位衛星を組み合わせて利用することにより、ビルの谷間や山間地など、これまで受信できる衛星数が少なく、測位ができなかった場所での衛星測位の利用効率を改善するために必要な技術開発です。GPS補完のために、準天頂測位衛星からはGPSと高い相互運用性を有する測位信号を送信します。ユーザはGPSと準天頂の違いを意識することなくGPSと準天頂衛星システムを組み合わせて高度な測位サービスを受けることが可能となります。

### 【GPS補強】

GPS補強技術は、基準点で受信したGPS信号から生成した誤差補正情報やGPS信号の使用可否情報等を、準天頂衛星から送信して、測位精度の高精度化や高信頼性化を図り、ユーザの利便性向上に寄与します。

### 【次世代衛星測位基盤技術】

次世代基盤技術習得のため、実験用信号により精密な軌道情報や時刻のずれなどの情報を頻繁に送信することにより、測位精度の改善の実験を行います。

## The role of QZSS

### GPS Availability Enhancement

The usage of the QZS at high elevation angles in combination with GPS, improves availability of satellite positioning for areas that enough numbers of GPS signals could not be received such as urban canyon and mountain terrain. In order to facilitate GPS availability enhancement, the navigation signals and messages of the QZSS have complete interoperability with those of GPS. Users can receive advanced positioning service combining GPS and QZSS without being aware of the difference between the two systems.

### GPS Performance Enhancement

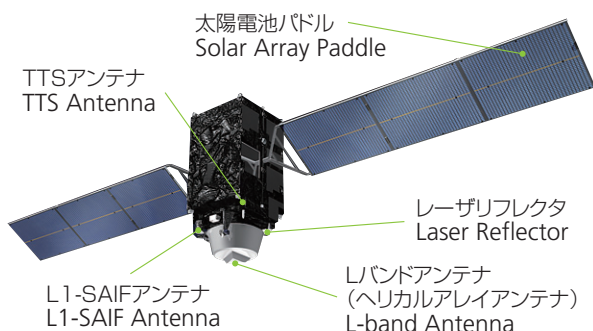
Enhanced GPS performance contributes to improving users' convenience by achieving high accuracy and reliability of positioning through the transmission of error correction data, availability, and other GPS signal information received at the reference stations for a quasi-zenith satellite.

### Fundamental Technology for Next Generation Satellite Positioning

Experiment to improve the accuracy of positioning by frequently transmitting more accurate information about orbit, time discrepancies, and other factors, using experimental signals, in order to establish a basis for next-generation technology.

## 準天頂衛星初号機「みちびき」 First Quasi-Zenith Satellite "MICHIBIKI"

打ち上げ日:2010(平成22)年9月11日  
Launch date:September 11, 2010



質量:約4トン(打ち上げ時)

Mass:Approx. 4ton (at liftoff)

電力:5.3kW(寿命末期)

Power:5.3kW(EOL)

設計寿命:10年

Designed life span:10years

軌道:高度 約39,000km(遠地点)、約32,000km(近地点)

Orbit: Altitude Approx.39,000km(Apogee), 32,000km(Perigee)

傾斜角 約40度

Orbit inclination Approx.40deg

周期 23時間56分

Period 23hours56minutes

みちびきデータ公開ウェブサイト QZ-vision  
<http://qz-vision.jaxa.jp/>



宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan

Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト

JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス

JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail>

第一衛星利用ミッション本部ウェブサイト

Satellite Applications Mission Directorate I Website

<http://www.satnavi.jaxa.jp/>



再生紙を使用しています  
JSF1402



# マイクロラブサット1号機— $\mu$ Labsat

## $\mu$ Labsat:Micro Labsat



$\mu$ -LabSatなどの小型研究衛星は、宇宙機をより小型高機能化することが目的の衛星です。小型衛星は、短期間に安価な経費で、新規に開発した宇宙機用機器・部品の実験や実証ができます。このような技術実証を積み重ね、宇宙機の小型高性能化が進むものと期待されています。近年は、国内外のロケットにピギーバック衛星（ロケットの余剰能力を活用して相乗りさせた小型副衛星）として小型衛星を搭載する機会が増加しており、小型衛星に関する役割も注目されています。

$\mu$ -LabSat 1号機は、旧宇宙開発事業団（NASDA）がインハウスで製作した約50kgの小型衛星で、50kg級小型衛星バス技術蓄積のための実験や、将来衛星に採用される予定のロケットとの分離機構実験、遠隔検査技術実験を目的にして、2002年12月14日、環境観測技術衛星「みどりⅡ」のピギーバック衛星として、H-IIAロケット4号機にて打ち上げられました。

予定の軌道に投入された $\mu$ -LabSat 1号機は、5か月間の運用期間のなかで、計画されていたすべての実験ミッションを終了した後も、引き続きデータを取得しています。

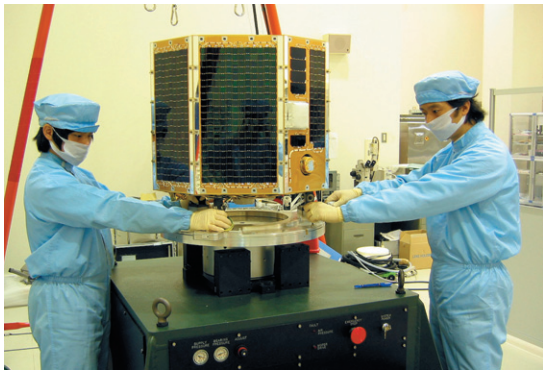
A small research satellite such as  $\mu$ -LabSat represents progress in the aim of further miniaturizing spacecraft and including higher functional capabilities. The small satellite enables newly developed equipment and components for spacecraft to be evaluated and tested in experiments economically and speedily. Once such corroborative technological evidence is acquired, further progress in terms of miniaturization alongside higher functional capabilities for spacecraft is expected. Since there is potential for a small satellite such as that of the piggy-back type (an onboard miniature sub-satellite carried with a rocket by utilizing its ability to transport surplus) on a rocket manufactured in and outside the country, accordingly the important roles acquired thanks to small satellites are currently gaining more and more attention.

$\mu$ -LabSat No. 1 is a small satellite, weighing approx. 50kg, made by the former National Space Development Agency of Japan (NASDA) through its in-house production unit. It was launched on December 14, 2002 loaded on H-IIA launch vehicle No. 4 as a piggy-back satellite of the ADEOS-II category, aiming to implement experiments linked to the accumulation of small satellite bus technologies in the 50kg class, experiments concerning a rocket disengagement mechanism which will be used for future satellites, as well as experiments concerning remote controlled inspection technologies.

Since the  $\mu$ -LabSat No. 1 entered into its preprogrammed orbit and accomplished all of the planned experimental missions within the scheduled operating window of 5 months, it has continued to deliver a constant supply of valuable data.

# あしたの宇宙技術を実証

## Validation for Future Space Technologies



サイズ：688mmφ × 高さ515mm  
Dimension : 688mmφ × 515mm height  
質量：54kg  
Weight : 54kg  
発生電力：65W以上  
Generated power : 65W and above  
姿勢制御：スピン安定(定常時) 三軸制御(実験時)  
Attitude control : Spin(normal) Tri-axis(experimental)  
周波数：Sバンド  
Radio frequency : S bands  
軌道：高度約800km, 傾斜角99度  
Orbiter : approx. 800km Inclination : 99°

$\mu$ -LabSatのこれまでの飛行の成果として、小型衛星の技術蓄積ができました。この技術に基づき短期間に開発できる安価な、小型実証衛星の実現が期待されます。

$\mu$ -LabSatの軌道上での試験・実験は次のとおりです。

### 1. 50kg小型衛星バス実験

- ①三重冗長系オンボードコンピューター (OBC)
- ②OBCによる集中制御
- ③50kg級小型衛星の三軸姿勢制御
- ④PPT (Peak Power Tracking) 電力制御
- ⑤地上技術/民生技術の宇宙搭載化

### 2. CCD地球センサー (CCDESA) 実験

CCDESAは、CCD (電荷結合素子) を用いて、可視領域の波長帯で地球を撮像し、画像データ処理でエッジを検出し、地球中心推定を行い、姿勢角を算出することを目的とした地球センサーです。今回地球撮像に成功し、地球センサーとしての有効性を確認しました。

### 3. 自励振動型ヒートパイプ (OHP) 実験

近年日本で発明されたOHPは、高発熱機器の熱拡散に適した先進的な熱輸送素子です。軌道上での実験により、適正な熱負荷範囲においてOHPが正常に機能することが確認できました。

### 4. SELENEリレー分離機構実験

日本初の大型月探査衛星の月の周回軌道上で親衛星と子衛星 (リレー衛星) の分離に使用されています。スピンを与えながら分離するこの機構は棒バネを用いた新しいものであり、先行実証として行われました。

### 5. 遠隔検査技術実験

将来、故障した衛星に対する検査・修理に必要な基礎技術を軌道上にて実証しました。この実験は通信総合研究所 (当時)、東京大学などとの共同研究として実施されました。

- ①遠隔検査用カメラ及び画像処理計算機の軌道上実験
- ②画像誘導航法に必要な画像処理技術実験
- ③運動するターゲットの相対運動推定実験

Fruitful results obtained from the  $\mu$ -LabSat missions have contributed towards an accumulation of small satellite technology. Based on such technological knowledge, it is realistic to expect the production of economical and valid satellites in the near future.

The testing and experiments carried out by  $\mu$ -LabSat during orbit are as follows:

### 1. Experiments for the small satellite bus in 50kg class.

- ①On board computer (OBC) with triple redundancy system
- ②Centralized control by means of OBC
- ③Tri-axis attitude control for small 50kg class satellites
- ④ Power control with PPT (Peak Power Tracking)
- ⑤ Ground-based / public welfare technologies applied in space

### 2. Experiments for the CCD earthly sensor (CCDESA)

CCDESA is an earthly sensor designed to provide the objectives for imaging the earth within the visible waveband spectrum, detecting edges through picture data processing, presuming the earthly center, and calculating the attitude angles using a CCD (charge coupled device). The success of the earth imaging carried out in this way served to prove its effectiveness as an earthly sensor.

### 3. Experiments for self-activated oscillation type heat pump (OHP)

The OHP, invented in Japan in recent years, is an advanced heat transfer device appropriate for thermal diffusion purposes within a higher heating unit. Experimental results recorded in orbit proved the capability of the OHP to function properly within a specific adequate heat load range.

### 4. Experiments for SELENE relay separating mechanism

This is to be used to separate the sub-satellite (relay satellite) from the master satellite during the orbit of the first large lunar excursion satellite made in Japan. This mechanism, enabling a separation once spin is applied, is a newly developed type using a rod spring mechanism and the experiment showed advanced validation was possible.

### 5. Experiments for remote controlled inspection technology

A basic technique to be required during inspection and repairing which becomes necessary in future when a satellite goes out of service was validated during orbit. These experiments were achieved by a cooperative research team including members from the then Comprehensive Communication Laboratory, the University of Tokyo and others.

- ①Experiments concerning the camera orbit for remote controlled inspection and an image processing computer
- ②Experiments concerning image processing technology required for image guided navigation
- ③Experiments concerning estimation of the relative motion of movable targets



再生紙を使用しています  
JSF1402

#### 宇宙航空研究開発機構 広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

#### Japan Aerospace Exploration Agency Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

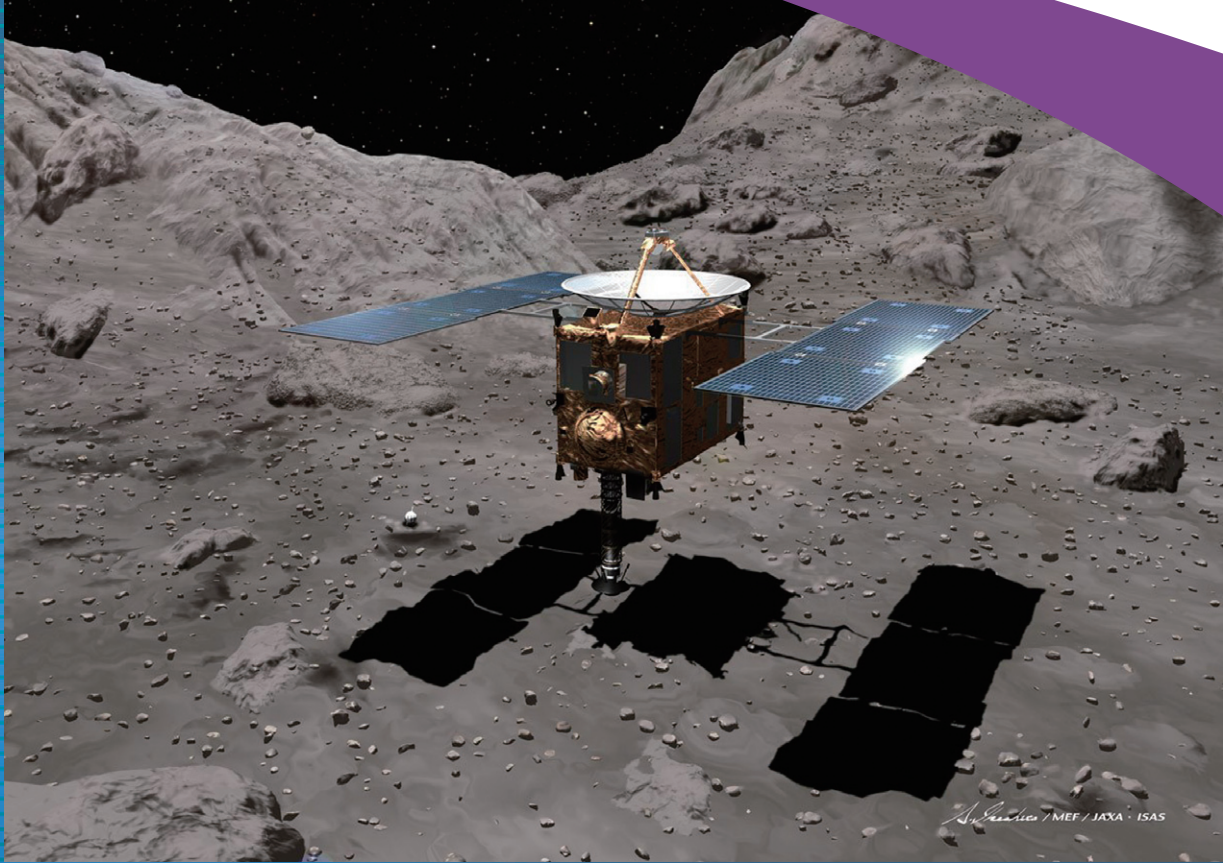
JAXAウェブサイト  
JAXA Website  
<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス  
JAXA Mail Service  
<http://www.jaxa.jp/pr/mail/>



# 小惑星探査機「はやぶさ」

## Asteroid Explorer Hayabusa



地球や火星、金星といった惑星は、大気や水による風化や地殻変動などがあったため、できた時にどんな状態だったかという情報がほとんど残っていません。これに対して小惑星は、でき上がってからほとんど変成せずに太陽の周りを回っているといわれています。いわば小惑星は太陽系のタイムカプセルなのです。

小惑星から土壌サンプルを持ち帰る技術が確立されれば、太陽系がどのような材料からどのような過程を経てでき上がったか、さらには惑星ができ上がったころの太陽系の様子はどんなものだったかを知ることができると期待されています。サンプルはほんの微量でも、太陽系誕生の謎に迫る貴重な資料となるのです。

「はやぶさ」は、小惑星にタッチダウンしてそのかけらを地球に持ち帰る技術を確認するための、工学実験探査機として、開発・運用されました。

「はやぶさ」は2003年5月9日に打ち上げられました。2010年6月13日に地球へ帰還し、搭載カプセルをオーストラリアへ落下させ、その運用を終えました。

Planets such as the Earth, Mars and Venus have undergone weathering caused by atmosphere and water, as well as crustal deformation. Accordingly, there is little evidence indicating what these planets looked like when they were created. However, asteroids are said to orbit around the sun in almost the same state as they were when born. This means that the asteroids serve as “time capsules” containing messages from the past.

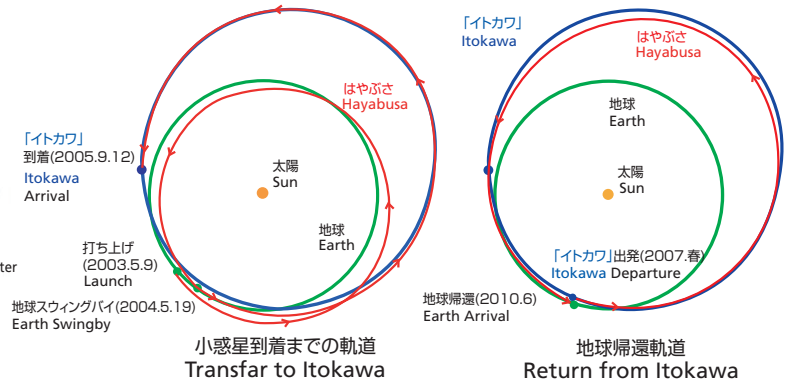
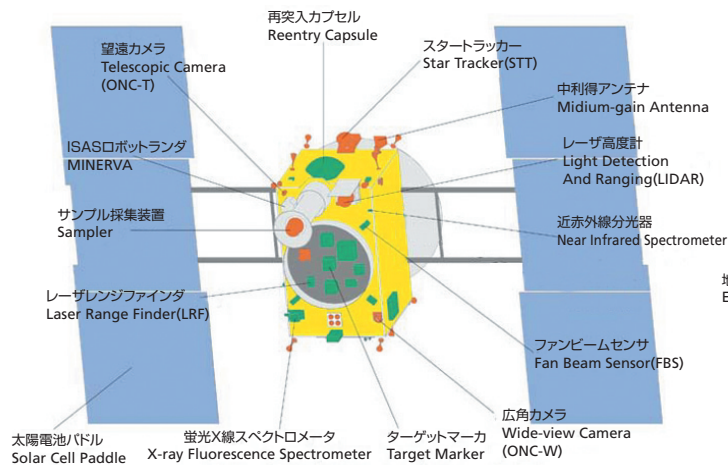
Establishing the technology to bring back samples of an asteroid’s surface to earth (sample return) is expected to enable us to find out what kind of raw materials and processes were involved in the formation of the Solar System, and also what the Solar System looked like after the planets were created. Even if the returned samples are very small, they will still provide us with valuable information to find answers to the mysteries behind the birth of the solar system.

Hayabusa was developed and operated as an engineering test mission, with the aim of exploring asteroids and establishing sample return technology.

It was launched on May 9, 2003, and returned to the earth on June 13, 2010 and completed operations by dropping its on-board capsule over Australia.

# 「はやぶさ」は、小惑星のサンプルを地球に持ち帰るために、いろいろな技術を駆使しています。

In order to perform the sample return mission successfully, various advanced technologies are introduced into Hayabusa.



重量 Weight : 510kg (打ち上げ時 at launch)  
サイズ Dimension : 本体 core 約1.0m×1.6m×2.0m  
太陽電池パドルの端から端まで約5.7m (at deployment of solar paddle)  
打ち上げ Launch vehicle : M-V-5 (2003年5月9日 May 9, 2003)

「はやぶさ」は、燃料の効率が非常に高い「イオンエンジン」、遠く離れた小惑星に探査機が自ら判断して近づく「自律航法」、小惑星の表面に小さな玉を打ち込んで、はねかえるかけらを採集する「微小重力下での試料採取法」、採集した試料を地球に届けるため耐熱設計された「帰還カプセル」などの技術を実証します。それら1つ1つの技術が、これからの惑星探査に役立てられます。

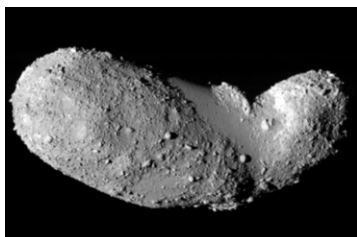
2003年5月9日に打ち上げられた「はやぶさ」は、イオンエンジンを噴射し続け、さらに2004年5月に地球スウィングバイを行って加速し、2005年9月12日に目標の小惑星イトカワに到着しました。イオンエンジンで長期間の航行の末、ランデブーに成功したのは世界初です。9、10月には遠隔からの科学観測と地形計測をほぼ終え、2005年11月には、3回の小惑星接近運用と、2回の着陸を行いました。滞在期間中に行われた科学観測成果は、科学誌「サイエンス」に特集され、重力や表面の様子など、小惑星についての数多くの新たな知見が明らかになりました。

はやぶさは、2007年4月、地球帰還に向けて軌道変換を開始、その後のさまざまなトラブルを乗り越え、2010年6月に地球の大気圏に再突入しました。再突入直前にははやぶさから切り離されたカプセルはオーストラリアのウーメラで回収されました。小惑星からサンプルを持ち帰るサンプルリターン技術が実証されたことは、極めて大きな意義をもっています。

Hayabusa has several engineering technologies to verify in space: a highly fuel efficient "ion engine", an "automatic navigation system" to approach far-away asteroids by spacecraft self-control, "sampling under microgravity" to hit a small ball against the asteroid's surface to obtain flying pieces of its materials as samples, and a "re-entry capsule" designed to be heat-resistant in order to return its captured samples to Earth. These technologies will contribute to future planetary explorations.

Hayabusa launched on May 9, 2003, and continued to fire its ion engine jets, was accelerated by earth swing-by in May 2004 and arrived at its target, the Itokawa asteroid, on September 12, 2005. The rendezvous with an asteroid after a long flight with continuous acceleration from the ion engines was the first success of its kind in the world. With remote scientific observations and terrain measurement mostly completed in September and October 2005, in November 2005, Hayabusa conducted three descent operations and two touchdowns on Itokawa. The results of these scientific observations were featured in the American science magazine "Science," introducing a lot of new information about the asteroid, including its gravity and surface conditions.

Hayabusa started orbit transfer to return to the Earth in April 2007, and then re-entered the earth's atmosphere in June 2010 after overcoming many troubles. A capsule separated from Hayabusa right before re-entry was recovered at Woomera, Australia. It is extremely significant that these technologies needed for sample return from an asteroid were verified.



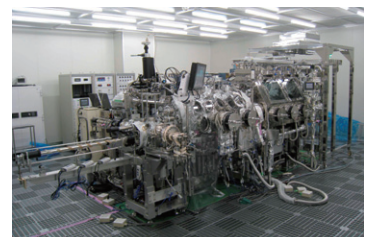
「はやぶさ」が撮影したイトカワ  
The image of Itokawa taken by Hayabusa.



はやぶさの大気圏再突入時に  
オーストラリアで観測された火球  
Fireball observed in Australia during the re-entry of Hayabusa to the earth's atmosphere.



ウーメラ砂漠に落下したカプセル  
Capsule that landed in the Woomera desert.



サンプルの分析を行うキュレーション設備  
Curation facility for analyzing the samples.

(日本語 Japanese)

<http://www.isas.jaxa.jp/j/enterp/missions/hayabusa/>

(英語 English)

<http://www.isas.jaxa.jp/e/enterp/missions/hayabusa/>



リサイクル適性(A)

この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

再生紙を使用しています

JSF1402



宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ

Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan

Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト

JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

宇宙科学研究所ウェブサイト

Institute of Space and Astronautical Science Website

<http://www.isas.jaxa.jp/j/>

月・惑星探査プログラムグループウェブサイト

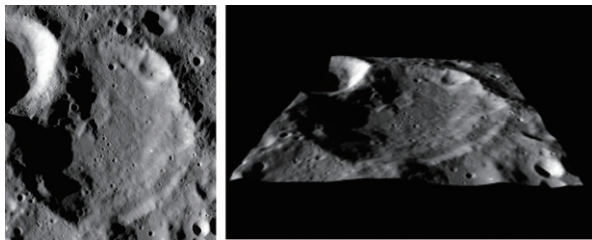
Lunar and Planetary Exploration Program Group Website

<http://www.jspec.jaxa.jp/>



## 観測データ

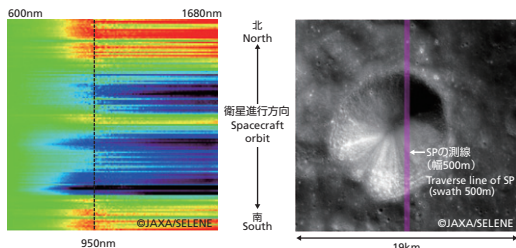
### 地形カメラ Terrain Camera



地形カメラがとらえた月の裏側にあるナガオカクレータ。左は、地形カメラ画像をもとに3次元情報を取り入れて真上から見た画像に直したもの。右は、斜めから見た画像に直したもの。

An ortho-image (left) and a perspective view (right) of Nagaoka crater on the farside of the Moon produced from Terrain Camera.

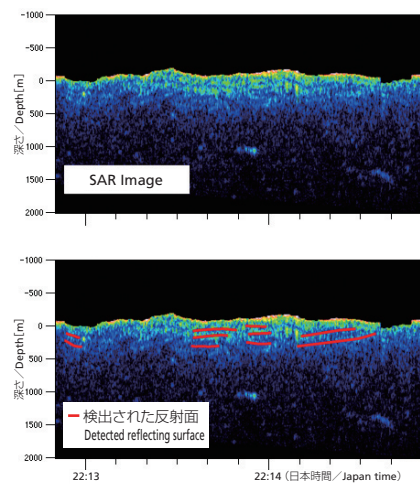
### スペクトル・プロファイラ Spectral Profiler



右の画像の紫色の線に沿って得られたスペクトル・プロファイラのデータ(左)。クレータ内外のスペクトルの違いは、斜面に新鮮な土壌や岩石が分布していることを示す。

Data from the Spectral Profiler (left) and image from Multiband Imager (right). The spectrum indicates that fresh soil and rock exist on the slope inside the crater. The purple line on the right image is the observed locus.

### 月レーダサウンダー Lunar Radar Sounder



月レーダサウンダーが雨の海の北部で観測した地下の構造。上が合成開口レーダの画像、下は検出された反射面をなぞったもので、層状構造が明らかになっている。

The synthetic aperture radar (SAR) image and strata identification of the northern part of the Mare Imbrium retrieved from the Lunar Radar Sounder data.

(日本語 Japanese)

<http://www.kaguya.jaxa.jp/>



### 宇宙航空研究開発機構 広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

### Japan Aerospace Exploration Agency Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

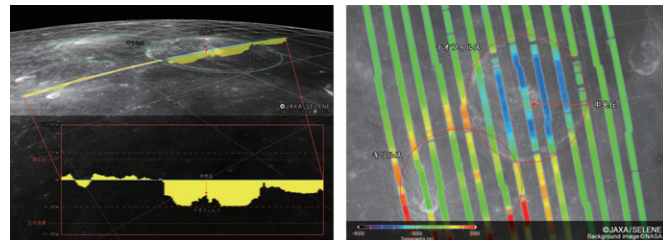


再生紙を使用しています  
JSF1402



## Observational Data

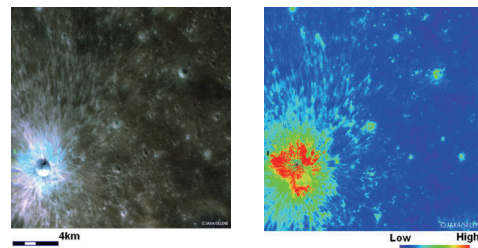
### レーザ高度計 Laser Altimeter



レーザ高度計が観測したテオフィルスクレータ。クレータ内部の平坦さや中央丘の複雑な構造、クレータ外部の高度が南側と北側で違うことなどがわかる。

Topographic profile of the Theophilus crater observed with the Laser Altimeter. It shows the flatness of the crater interior, complex structure of the central peak, and a difference in the altitude out of the crater between the south and north side.

### マルチバンド・イメージャ Multiband Imager



マルチバンドイメージャが観測したクレータとその周辺の画像。左は擬似3色カラー画像。右は比較演算結果に色をつけた画像で、クレータからの放出物の不均一性が見えている。

Left is pseudo (false) color image of a small crater observed by the Multiband Imager. Right is comparative band ratio image. Those images show clear information about nonuniformity of the distribution of scattered material around the crater.

### 「かぐや」実物大モデルを展示中

#### 筑波宇宙センター



筑波宇宙センターの展示室では「かぐや」熱構造モデルを見ることができます。このモデルは展示用に作られたものではなく、「かぐや」の開発・製作時の試験・検証のために実際に使用された、高さ約5mの実物大のモデルです。また、この実物大のモデルには、「月に願いを」キャンペーンのネームシートのレプリカも貼付してあります。

#### <展示室のご案内>

- 展示室の開館時間：10:00～17:00 (受付は16:00まで)
- 休館日：年末年始(12/29～1/3) およびイベント開催日
- 入館無料。ただし見学案内事務所での手続きが必要

■所在地：茨城県つくば市千現2-1-1 JAXA筑波宇宙センター内

■見学のお問い合わせ：TEL.029-868-2023

URL： <http://www.jaxa.jp/visit/tsukuba/>

(英語 English)

<http://www.kaguya.jaxa.jp/en/>

### JAXAウェブサイト JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

### JAXAメールサービス JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail/>

### 宇宙科学研究所ウェブサイト Institute of Space and Astronautical Science Website

<http://www.isas.jaxa.jp/j/>



# 月周回衛星「かぐや」

## SELENE : SELEnological and ENgineering Explorer "KAGUYA"



2007年9月14日、日本初の大型月探査機がH-IIAロケットによって打ち上げられました。この探査機は「かぐや」(SELENE:SELEnological and ENgineering Explorer)」と呼ばれ、アポロ計画以来最大規模の本格的な月の探査計画として、各国からも注目されています。

これまでの探査計画でも月に関する多くの知識が得られましたが、月の起源・進化に関しては、依然として多くの謎が残されています。「かぐや」は搭載された観測機器で、月表面の元素分布、鉱物組成、地形、表面付近の地下構造、磁気異常、重力場の観測を全域にわたって行います。これらの観測によって、月の起源・進化の謎を総合的に解明できると期待されています。また、プラズマ、電磁場、高エネルギー粒子など月周辺の環境計測も行います。これらの計測データは、科学的に高い価値を持つと同時に、将来月の利用の可能性を調査するためにも重要な情報となります。

Japan's first large lunar explorer was launched by the H-IIA rocket on September 14, 2007 (JST). This explorer named "KAGUYA (SELENE: SELEnological and ENgineering Explorer)" has been keenly anticipated by many countries as it represents the largest lunar exploration project since the Apollo program.

The lunar missions that have been conducted so far have gathered a large amount of information on the Moon, but the mystery surrounding its origin and evolution remains unsolved. KAGUYA will investigate the entire moon in order to obtain information on its elemental and mineralogical distribution, its geography, its surface and subsurface structure, the remnants of its magnetic field and its gravity field using the observation equipment installed. The results are expected to lead to a better overall understanding of the Moon's origin and evolution. Further, the environment around the Moon including plasma, the electromagnetic field and high-energy particles will also be observed. The data obtained in this way will be of great scientific value and also be important information in exploring the possibility of utilizing the Moon in the future.



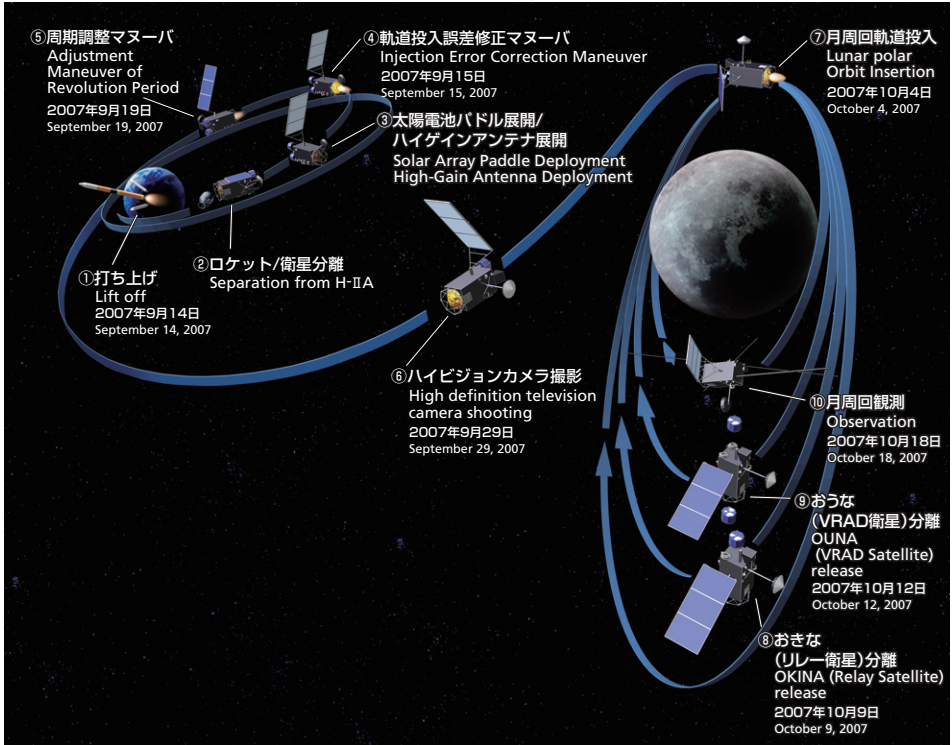
# アポロ計画以来の本格的な月プロジェクト

## Most Sophisticated Lunar Exploration Mission in the Post-Apollo Era

### 月への道のり

「かぐや」は、主衛星と2機の子衛星「おきな」(リレー衛星)、「おうな」(VRAD衛星)で構成されます。2007年9月14日の打ち上げ後(①、②)、その日のうちに太陽電池パドルとハイゲインアンテナを展開し(③)、翌15日に打ち上げ軌道の誤差修正のための軌道制御を実施(④)、19日には月との会合条件を合わせる周期調整を行い(⑤)、地球をさらに大きく1周半した後、月と会合する軌道へ入りました。

9月29日には、地球から11万km離れた場所からハイビジョンカメラにより撮影した地球の動画像を取得(⑥)。10月4日には、遠月点高度11,741kmの月周回軌道への投入に成功しました。徐々に高度を下げながら、10月9日に遠月点高度2,400kmの軌道で「おきな」を分離(⑧)、続いて10月12日に遠月点高度800kmの軌道で「おうな」を分離(⑨)の後、10月18日に計画どおりの高度約100kmの極軌道へ入りました(⑩)。



### 主要諸元 Main Characteristics

主衛星 Main Orbiter	質量／Mass	約3.0トン (打ち上げ時) ／3.0 tons (At launch, including two subsatellites)
	最大発生電力／Max Power	3.5kW
	構体サイズ／Size	2.1m×2.1m×4.8m
	姿勢制御／Attitude control	3 軸安定／Three- axis stabilized
	観測軌道／Orbit	高度100km 軌道傾斜角90度の円軌道 ／Circular orbit, Inclination: 90 degrees, Altitude:100km
「おきな」 (リレー衛星) "OKINA" (Relay Satellite) (Rstar)	観測期間／Mission period	1年 (月周回軌道) ／1 year at mission orbit
	質量／Mass	50kg
	構体サイズ／Size	1.0m×1.0m×0.65m
	姿勢保持／Attitude stabilization	スピン安定／Spin- stabilized
	投入時軌道／Initial Orbit	高度100km×2,400km の楕円軌道／Elliptical orbit, Altitude: 100km×2,400km
「おうな」 (VRAD衛星) "OUNA" (VRAD Satellite) (Vstar)	質量／Mass	50kg
	構体サイズ／Size	1.0m×1.0m×0.65m
	姿勢保持／Attitude stabilization	スピン安定／Spin- stabilized
	投入時軌道／Initial Orbit	高度100km×800km の楕円軌道／Elliptical orbit, Altitude: 100km×800km

### The Way To The Moon

KAGUYA consists of the Main Orbiter and two subsatellites; "OKINA" (Relay Satellite) and "OUNA" (VRAD Satellite). Launched on September 14, 2007 (①, ②), its solar array paddle and high-gain antenna were deployed (③) on the same day. Orbital control to correct an injection error (④) was conducted on September 15. An adjustment maneuver during the revolution period to accommodate the lunar orbit injection conditions (⑤) was performed on September 19. Then KAGUYA entered the lunar orbit after another one and a half times orbiting around the Earth.

On September 29, KAGUYA obtained a moving image of the Earth taken with a high definition television camera from a point 110,000km away from the Earth (⑥). On October 4, KAGUYA successfully entered into lunar orbit with an apolune altitude of 11,741km. "OKINA" was separated on the orbit at an apolune altitude of 2,400km while lowering its altitude gradually (⑧) on October 9, "OUNA" was separated on the orbit at an apolune altitude of 800km (⑨) on October 12. The main orbiter of KAGUYA entered into the lunar polar orbit at an altitude of 100km on October 18 as scheduled (⑩).

上図⑥[かぐや]のハイビジョンカメラが撮影した地球 (2007年9月29日／September 29, 2007)

Above ⑥: The Earth shot from the high definition television camera of "KAGUYA"



### 観測ミッション

「かぐや」は、月で15種類の観測ミッションを実施しています。

観測項目 Mission Group	観測機器 Mission Instruments	観測内容 Mission Overview
元素分布 Elemental distribution	① 蛍光X線分光計 X-ray Spectrometer (XRS)	太陽からのX線を受けて月面から放射される二次X線を観測し、月表面の元素(Al, Si, Mg, Fe等)の分布を調べる。 The surface elemental composition (Al, Si, Mg, Fe, etc.) is determined through X-ray fluorescence spectrometry by irradiation of solar X-rays.
	② ガンマ線分光計 Gamma-ray Spectrometer (GRS)	月面から放射されるγ線を観測し、月表面の元素(U, Th, K, H等)の分布を調べる。 The abundance of key elements (U, Th, K, H, etc.) is determined by measuring energy spectra of gamma-rays from the lunar surface with high energy resolution.
鉱物分布 Mineral distribution	③ マルチバンドイメージャ Multiband Imager (MI)	月面からの可視近赤外光を9つの波長バンドで観測し、鉱物分布を調べる。 The mineral distribution is obtained by taking the visible and near infrared images of the Moon's surface in nine wavelength bands.
	④ スペクトルプロファイラ Spectral Profiler (SP)	月面からの可視近赤外光における連続スペクトルを観測し、月表面の鉱物組成を精度良く調べる。 The mineral composition of the Moon's surface is obtained by measuring the continuous visible and near infrared spectrum.
地形・表層構造 Surface and subsurface structure	⑤ 地形カメラ Terrain Camera (TC)	高分解能(10m)カメラ2台のステレオ撮像により、地形データを取得する。 High-resolution geographical features are acquired by the stereo cameras.
	⑥ 月レーダサウンダー Lunar Radar Sounder (LRS)	月面に電波を放射し、その反射により月の表層構造(地下数km程度まで)を調べる。 The subsurface stratification and tectonic features in the shallow part of the lunar crust (a few km) by high-power RF pulses.
	⑦ レーザ高度計 Laser Altimeter (LALT)	月面にレーザ光を放射し、その反射時間(往復時間)から、高度を精密に測定する。 To make the lunar topography model, the altitude is precisely measured using high-power laser pulses.
環境 Environment	⑧ 月磁場観測装置 Lunar Magnetometer (LMAG)	月周辺の磁気分布を計測し、月面の磁気異常を調べる。 The magnetization structure on the Moon is acquired by measuring the lunar and the surrounding magnetic field.
	⑨ 粒子線計測器 Charged Particle Spectrometer (CPS)	月周辺における、宇宙線や宇宙放射線粒子、および月面のラドンから放射されるα線を観測する。 Alpha rays from the Moon's surface and the abundance of cosmic ray particles are measured.
	⑩ プラズマ観測装置 Plasma energy Angle and Composition Experiment (PACE)	月周辺における、太陽風等起因する電子およびイオンの分布を測定する。 The three dimensional distribution of the low-energy electrons and mass-discriminated low-energy ions around the Moon are measured.
	⑪ 電波科学 Radio Science (RS)	「おうな」(VRAD衛星)から送信される電波の位相変化を測定し、希薄な月電離層を観測する。 The Moon's ionosphere is detected by measuring the small deviation in the phase of RF signals from "OUNA" (VRAD Satellite).
	⑫ プラズマイメージャ Upper atmosphere and Plasma Imager (UPI)	月軌道から、地球の磁気圏およびプラズマ圏を画像として観測する。 Images of the magnetosphere and the ionosphere around the Earth are taken from the Moon to study the behavior of the plasma.
	⑬ おきな(リレー衛星)中継器 Four-way Doppler measurements by "OKINA" (Relay Satellite) and main orbiter transponder (RSAT)	月裏側を飛行中の主衛星の電波を「おきな」(リレー衛星)で中継する。これを地球局でドップラ計測し、主衛星の軌道の擾乱を観測することによって、月裏側の重力場データを取得する。 Signals from the Main Orbiter in flight on the farside of the Moon are relayed by "OKINA" (Relay Satellite), and the local gravity field data from the farside of the Moon is obtained by measuring the disturbance in the orbit of the Main Orbiter using four-way Doppler measurements.
月の重力分布 Gravitational field distribution	⑭ 衛星電波源 Differential VLBI Radio Source (VRAD)	「おきな」(リレー衛星)および「おうな」(VRAD衛星)に搭載するS、X帯電波源を対象に、地球局による相対VLBI観測を行い、各衛星の軌道を精密に計測する。これにより月重力場を精密に観測する。(VLBI：超長基線電波干渉計) The gravity field of the Moon is accurately observed by measuring the orbits of the "OKINA" (Relay Satellite) and "OUNA" (VRAD Satellite) using differential VLBI observation of S and X band radio wave sources aboard these satellites. (VLBI: Very Long Baseline Interferometer)
	⑮ 高精度映像取得システム High Definition Television (HDTV)	地球および月のハイビジョン撮影を行う。 Taking pictures and movies of the Earth and the Moon with high-definition television cameras.

ハイビジョンカメラが撮影した月の南極と「地球の入り」のスナップショット (2007年11月7日／November 7, 2007)

Snapshot of "Earth set" movie over lunar south pole from "KAGUYA" by HDTV



### Observation

KAGUYA has 15 mission observations.

ハイビジョンカメラが撮影した「地球の出」 (2007年11月11日／November 11, 2007)

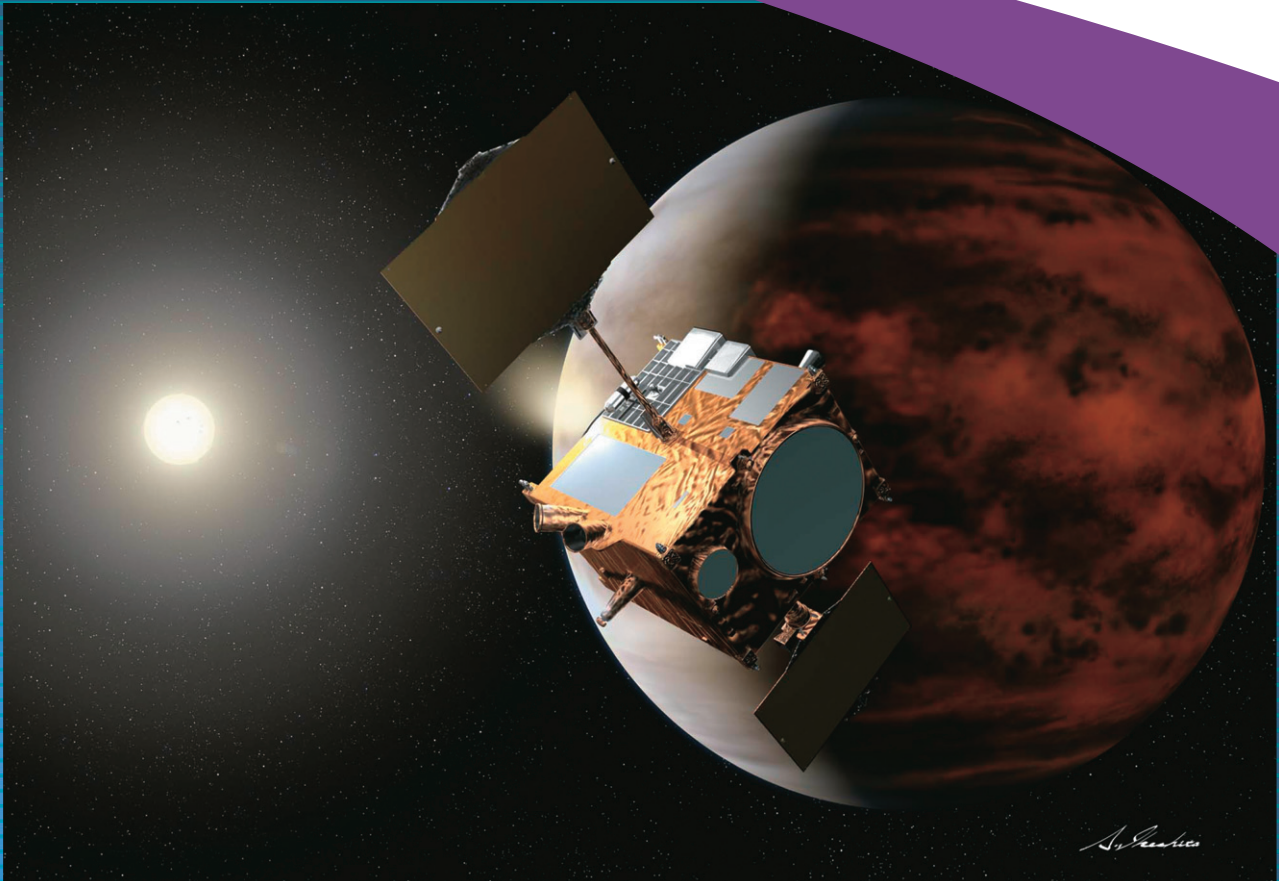
Snapshot of "Earth rise" movie over lunar north pole from "KAGUYA" by HDTV





# 金星探査機「あかつき」

AKATSUKI:PLANET-C project



地球のとなりの惑星である金星、その美しい輝きは、明けの明星・宵の明星として古来より親しまれてきました。大きさが地球とほとんど同じ金星は地球の双子惑星とも称されますが、現在の環境はまったく異なります。「あかつき」(PLANET-C プロジェクト)は、その金星をめざします。

地表面で90気圧に達する金星の大気はそのほとんどが温暖化のもとになる二酸化炭素であるために、地表面は460℃という灼熱地獄です。そこに海はなく、山岳地形や溶岩原が広がっています。空は硫酸でできた雲がおおいつくし、雲より下の世界をわれわれの目から隠しています。雲の高さでは「超回転」と呼ばれる謎の大気の運動が起こっています。金星は人が歩くくらいの速さで地球とは逆向きにゆっくり自転していますが、その地面の上を時速400kmもの暴風が常に追い越していくもので、太陽系最大の謎の1つとされています。

金星と地球、この双子はなぜ異なる運命をたどったのか、金星の気候のしくみは地球とどのように違うのか、そこに地球環境の成り立ちと行く末を読み解く手がかりが秘められています。「あかつき」は新しい観測技術を駆使して、雲の下の大気運動のしくみや「超回転」の原動力、雷放電や活火山の有無などを金星周回軌道上から探ります。

<上のイラストについて>

金星に到着して周回軌道に入るために逆噴射をしている「あかつき」の想像図。「あかつき」が観測する夜側の模様(赤外線のみで見える)をイメージとして重ねて描いています。(提供・池下章裕氏)

The eye-catching shine of Venus, the closest neighbor planet of the Earth, has been known as the morning star or evening star. While Venus and the Earth are often considered as twins for the similarity in dimensions, their climates are quite different from each other. "AKATSUKI" (PLANET-C project) is aimed at this "similar but different" planet.

An enormous carbon dioxide atmosphere, which produces 90 times more surface pressure than on the Earth, heats the surface up to 460 degrees C through the strong greenhouse effect. There is no ocean, and the surface is covered mostly by mountains and lava plains. This Venus surface is totally hidden from human eyes by sulfuric acid cloud. The motion of the atmosphere is characterized by the "super rotation", of which velocity reaches almost 400 km/h near the cloud-top in spite of the slow rotation of the solid surface (6.5 km/h retrograde). Such an atmospheric motion is considered as one of the biggest mysteries of the solar system planets.

Answering the questions, why these twins grew up differently and how their climate systems are different from each other, would provide us with clues to the evolution of the Earth in the past and future. For this purpose, "AKATSUKI" utilizes state-of-the-art observing techniques to probe the atmospheric dynamics at deeper levels, lightning activities, and active volcanos, which are all related ultimately to the mysterious climate of Venus.

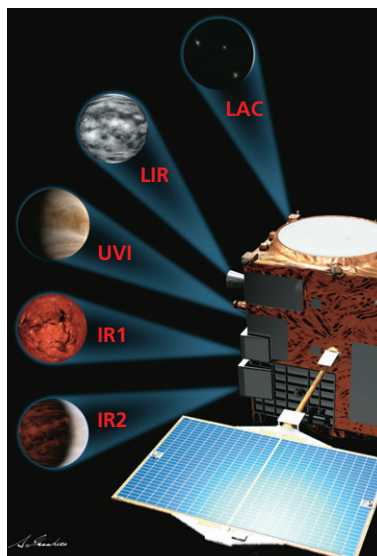
**About the illustration on this page**

An artist's concept of "AKATSUKI" at its arrival at Venus. Cloud features on the night-side disk are AKATSUKI's main targets but not visible by human eyes, observable only in the infrared.



# 地球の双子惑星の大気の謎にせまる

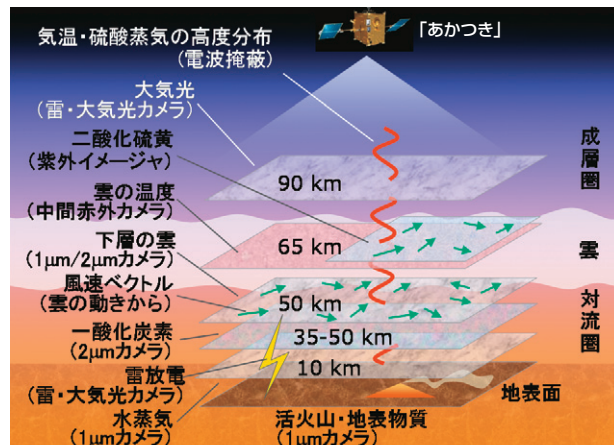
Exploring the atmosphere of the Earth's twin planet



## 科学観測機器

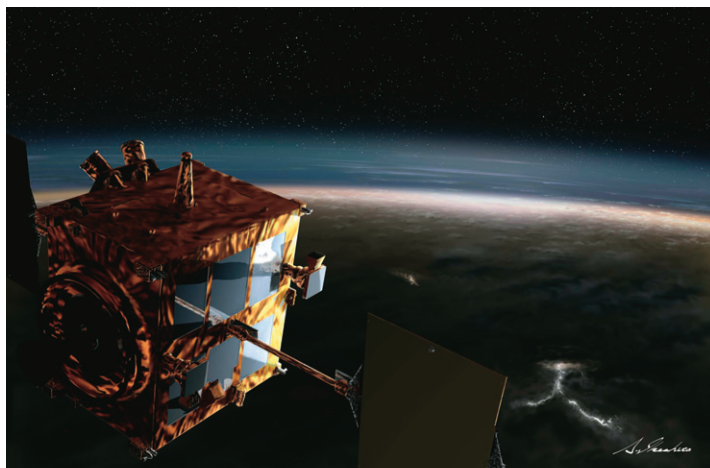
### Science instruments

1  $\mu\text{m}$ カメラ (IR1) : 波長0.90~1.01  $\mu\text{m}$   
1  $\mu\text{m}$  camera  
2  $\mu\text{m}$ カメラ (IR2) : 波長1.65~2.32  $\mu\text{m}$   
2  $\mu\text{m}$  camera  
中間赤外線カメラ (LIR) : 波長10  $\mu\text{m}$   
Longwave IR camera  
紫外線イメージャ (UVI) : 波長283~365nm  
Ultraviolet imager  
雷・大気光カメラ (LAC) : 波長552~777nm  
Lightning and airglow camera  
電波科学 (RS) : 周波数8.4 GHz  
Radio science



◀「あかつき」は異なる波長の光をとらえる5つのカメラを使って、金星のいろいろな顔を見ます。上から雷（可視光線）、雲の温度分布（中間赤外線）、雲頂の化学物質（紫外線）、地表面（近赤外線）、下層大気（近赤外線）

Imaging different faces of Venus: (from top to bottom) lightning in visible light, cloud temperature in mid-infrared, sulfur dioxide and other chemicals in ultraviolet, ground surface in near-infrared, and lower atmosphere in near-infrared



金星の雲海の中で起こる雷発光や地平線にたなびく雲の重なり具合を調べる「あかつき」

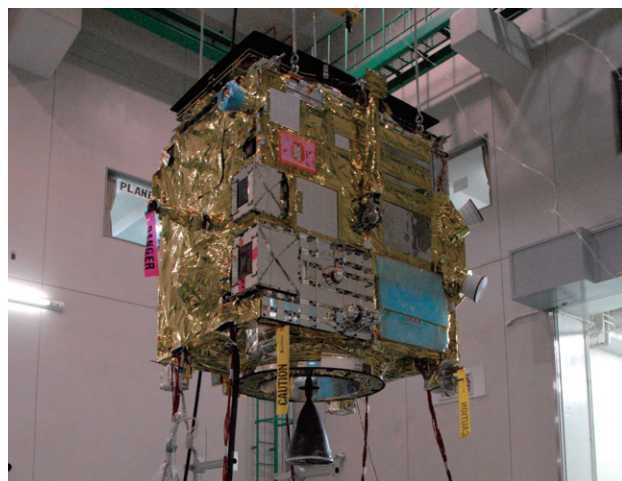
"AKATSUKI" spacecraft observing lightning flashes in clouds and the stratification of clouds near the horizon

金星大気の謎「超回転」の原動力を解明するため、地球の気象衛星のような働きをする衛星「あかつき」を金星に送り、大気の運動を連続的かつ精密に調べる、それがPLANET-Cプロジェクトです。地球とそれ以外の惑星の気象をつぶさに比較できるようになり、気候変動のしくみや、現在の姿が異なる理由などについて理解が進むと期待されます。

「あかつき」の赤外線カメラの眼は、高さ45~70kmをおおう厚い雲を通して金星の地面まで見ることができます。ふつうならば見ることでできない雲の下の大気を精密に調べ、それと同時に、もっと高いところの大気を見る紫外線カメラや赤外線カメラ、そして電波による大気温度測定とともに、大気の運動を立体的に描き出します。赤外線では地面の温度分布も測定して、火山活動も見つけられるかもしれませんが、金星に地球のような雷があるかどうか論争が続いています。 「あかつき」の高速カメラはそれに決着をつけることでしょう。「あかつき」は地球の双子惑星である金星の気象と気候を多面的に精密調査するユニークな探査機なのです。

(日本語 Japanese)

<http://www.stp.isas.jaxa.jp/venus/>



開発中の「あかつき」 "AKATSUKI" under development

軌道: 金星赤道上空 (300-80,000km)	打ち上げ予定: 2010年
Orbit: Equatorial elliptical orbit	Launch: 2010

The main mission of "PLANET-C project" is to unveil the mechanism of "super-rotation" of Venus atmosphere by continuous high-resolution mapping, similarly to meteorological satellites orbiting the Earth. By comparing in detail meteorology of the Earth and other planets, our knowledge on the mechanism of climate change and the origin of the diversity of today's planetary environments would greatly be enhanced.

Visibility of the infrared cameras onboard "AKATSUKI", as so designed, reaches lower atmosphere or ground surface through the clouds at 45-70 km altitudes. Together with a ultraviolet camera, a longwave-infrared camera, and the radio occultation experiments, the structure and the motion of the whole atmosphere will be studied in a three-dimensional view. With infrared camera's capability of mapping the surface temperature, detection of active volcanism, if any, is possible. The high-speed lightning camera will give an answer to the long-time controversy of lightning on Venus.

As a whole, "AKATSUKI" can be characterized as a unique spacecraft which thoroughly investigates the meteorology and climatology of the Earth's twin planet, Venus.

(英語 English)

[http://www.stp.isas.jaxa.jp/venus/top\\_english.html](http://www.stp.isas.jaxa.jp/venus/top_english.html)



宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト

JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス

JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail/>

宇宙科学研究所ウェブサイト

Institute of Space and Astronautical Science Website

<http://www.isas.jaxa.jp/j/>



この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

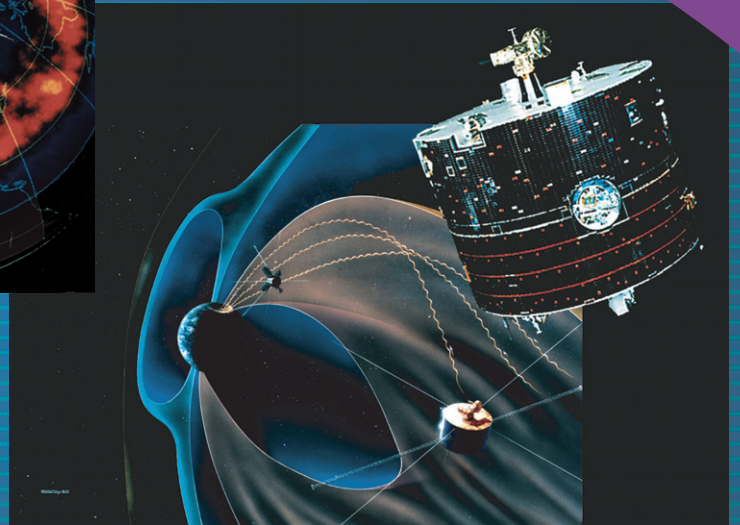
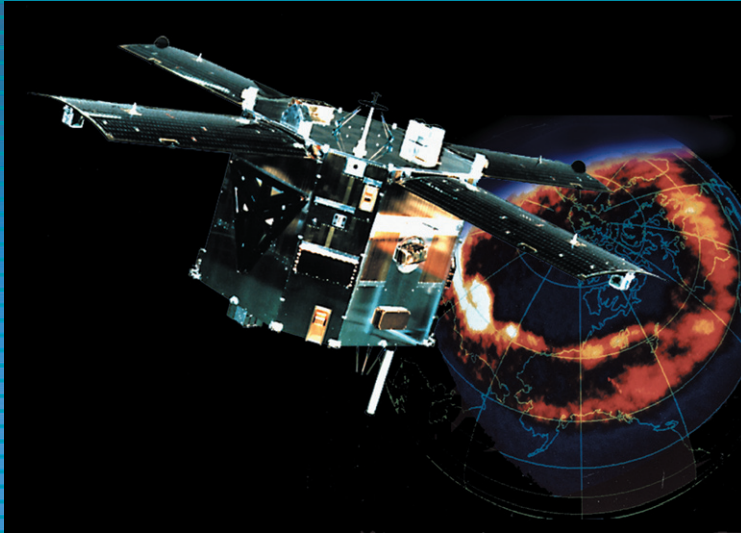
再生紙を使用しています  
JSF1402





# オーロラ観測衛星「あけぼの」、磁気圏観測衛星 GEOTAIL

Auroral Observation Satellite:AKEBONO  
Magnetospheric Observation Satellite:GEOTAIL



今も観測を続ける「あけぼの」(左)と「GEOTAIL」  
Observation keeping through AKEBONO(left) and GEOTAIL

地球はそれ自身が大きな磁石であり、地球の磁場が及ぶ領域を磁気圏と呼んでいます。夜側の磁気圏には、プラズマシートという荷電粒子(プラズマ)がたまっている場所があります。北極や南極でよく見られるオーロラは、プラズマシートのプラズマが地球の磁場に沿って降りこんできて、酸素や窒素とぶつかって発光する現象です。

オーロラが光るためには、地球のごく近くでプラズマを加速することが必要なのですが、加速のメカニズムは現在も完全に解明されているわけではありません。日本は1978年から地球周辺のプラズマを調べる衛星を打ち上げてきました。「あけぼの」はオーロラや地球周辺のプラズマを総合的に観測する衛星です。

また、太陽表面の活動が活発になると、地球周辺の磁場が乱れて、磁気圏の形が大きく変化することが知られており、この現象を磁気嵐と呼んでいます。磁気嵐の間は北極や南極で明るいオーロラが頻繁に現れます。これは、磁気圏の夜側にたまったプラズマが爆発的に加速されて地球に降り注ぐことによって起こります。GEOTAILは、プラズマを加速するプロセスをはじめ、磁気圏尾部やその周辺におけるプラズマ現象を直接観測するために打ち上げられました。

The Earth is a huge magnet, and its magnetic influence extends far into space. The magnetosphere is that area of space, around the Earth, that is controlled by the Earth's magnetic field. The night side of the magnetosphere is stretched out into a long magnetotail, and charged particles (plasma) are trapped in a region, called plasma sheet, near the equatorial magnetotail. Often seen within the Arctic or Antarctic circles, aurora emerges when plasma travels right around the globe along the magnetic field lines and interacts with oxygen atoms and nitrogen atoms.

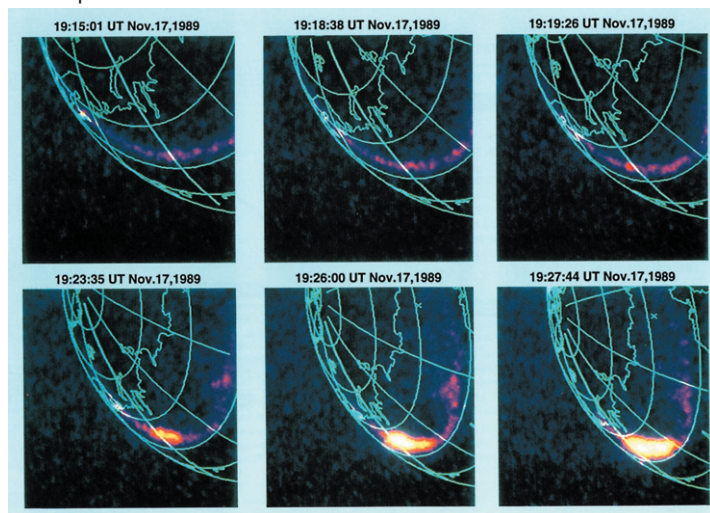
Thus, aurora emits when high-energy, high-speed plasma from the magnetosphere moves along magnetic fields and is accelerated toward the Earth. However, how and where does the plasma get their high energy? This is the big question which has not yet been definitively answered. Japan has launched satellites to investigate the plasma around the Earth since 1978. AKEBONO is designed to observe aurora and plasma phenomena around the Earth comprehensively.

When sunspots reach the center of the sun's disc, the geomagnetic field is disturbed and the Earth's magnetosphere is compressed. The phenomenon is called the geomagnetic storm. During the geomagnetic storm a burst of the aurora emission appears frequently around poles. This is because the plasma accumulated on the night side of the magnetosphere is explosively accelerated and flown down the Earth's magnetic field line. GEOTAIL was launched with the objectives of observing directly plasma acceleration processes and other plasma phenomena in the magnetotail.

# 今も貴重なデータを送り続ける「あけぼの」「GEOTAIL」

On-going transmission of precious data by AKEBONO and GEOTAIL

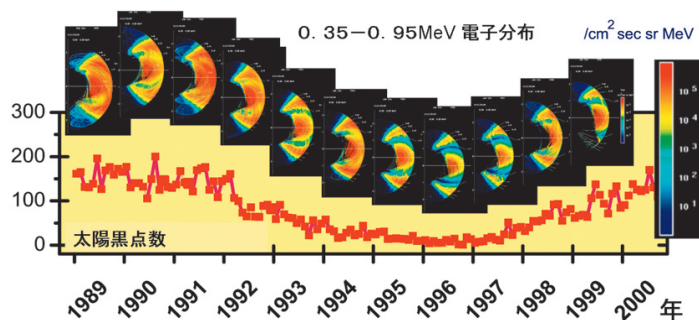
## オーロラ爆発(あけぼの) Breakup of aurora



「あけぼの」は1989年2月22日にM-3SIIロケットで遠地点約1万km、近地点約300kmの楕円軌道に打ち上げられ、磁気圏内の様々な場所におけるプラズマ環境を観測しています。磁力計、電場計測器、荷電粒子観測器、プラズマ波動観測器、オーロラ撮影用紫外線カメラ、放射線モニターなど9種類の観測機器を搭載しており、宇宙放射線で撮像素子の損傷が激しくなったカメラ以外の8種類は、今もデータを送っています。「あけぼの」は15年以上観測を続けているとても寿命の長い衛星で、太陽活動の1周期(11年)以上の期間、連続したデータを取得しました。太陽の活動度の変化に伴うオーロラ現象やプラズマ環境の変化を捉えることに成功し、国際的に高い評価を受けています。

GEOTAILは、磁気圏尾部を中心とした観測を目的として、日米協力で開発された科学衛星です。様々なエネルギーのプラズマを測定する装置をはじめ、磁場計測器、電場計測器、プラズマ波動計測器を搭載しています。GEOTAILは1992年7月24日にアメリカのデルタロケットによって打ち上げられ、最初の約2年間は月スイングバイを使って遠地点高度を地球の夜側130万kmの場所に置き、磁気圏内の様々な場所を通過して観測を行いました。その後遠地点高度を下げ、現在の遠地点高度は20万kmです。

オーロラの出現に関係の深いプラズマの加速現象を長期間にわたり詳細に観測し、磁気圏内のプラズマのダイナミクスを理解する上で重要な数多くの発見が成されました。打ち上げから12年経ちましたが今も運用は続いています。



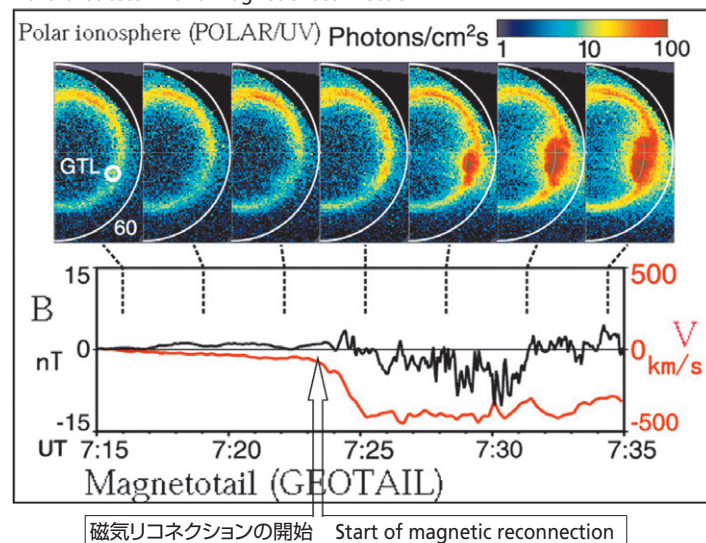
放射線帯粒子強度の経年変化と太陽黒点数の変動(あけぼの)

Yearly variations of radiation belt flux and sunspot number

(日本語 Japanese)

<http://www.isas.jaxa.jp/j/enterp/missions/akebono/index.shtml>

## オーロラ嵐と磁気リコネクション(GEOTAIL) Auroral substorm and magnetic reconnection



AKEBONO was launched by the M-3SII launch vehicle on February 22, 1989, and placed into elliptical orbit with perigee of about 300 kilometers and apogee of about 10,000 kilometers. The satellite has continued to observe the plasma environment at various regions in the magnetosphere. AKEBONO carries nine scientific instruments, including magnetometer, electric field detector, low energy ion detector, suprathermal ion spectrometer, thermal electron detector, VLF wave detector, HF wave detector, topside sounder, visible and UV auroral imager, and radiation monitor. These instruments, except the UV auroral imager that degraded due to space radiation, have been transmitting observation data continuously. AKEBONO is a very long-lived satellite and obtained data through the solar cycle (11 years) during its 15-year operation. The satellite succeeded in imaging aurora and plasma phenomena that may be caused by changes of solar activity and received high international reputation.

GEOTAIL is a Japan-US cooperative science mission with a goal of studying the structure and dynamics of the tail region of the magnetosphere. The satellite carries instruments capable of measuring low- and high-energy electrons, magnetic field, electric field and plasma wave. The GEOTAIL satellite was launched on July 24, 1992, by a Delta II launch vehicle. To achieve mission goals, the double lunar swing-by technique was used to keep apogees in the distant magnetotail within the first two years. The apogee was lowered down gradually and is now 200,000 kilometers. GEOTAIL observes the acceleration of plasma that correlates with aurora emission, providing us with many important findings helpful to understand plasma dynamics in the magnetosphere. The twelve-year-old satellite still collects various observation data.

(英語 English)

<http://www.isas.jaxa.jp/e/enterp/missions/akebono/index.shtml>



宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト

JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス

JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail/>

宇宙科学研究所ウェブサイト

Institute of Space and Astronautical Science Website

<http://www.isas.jaxa.jp/j/>



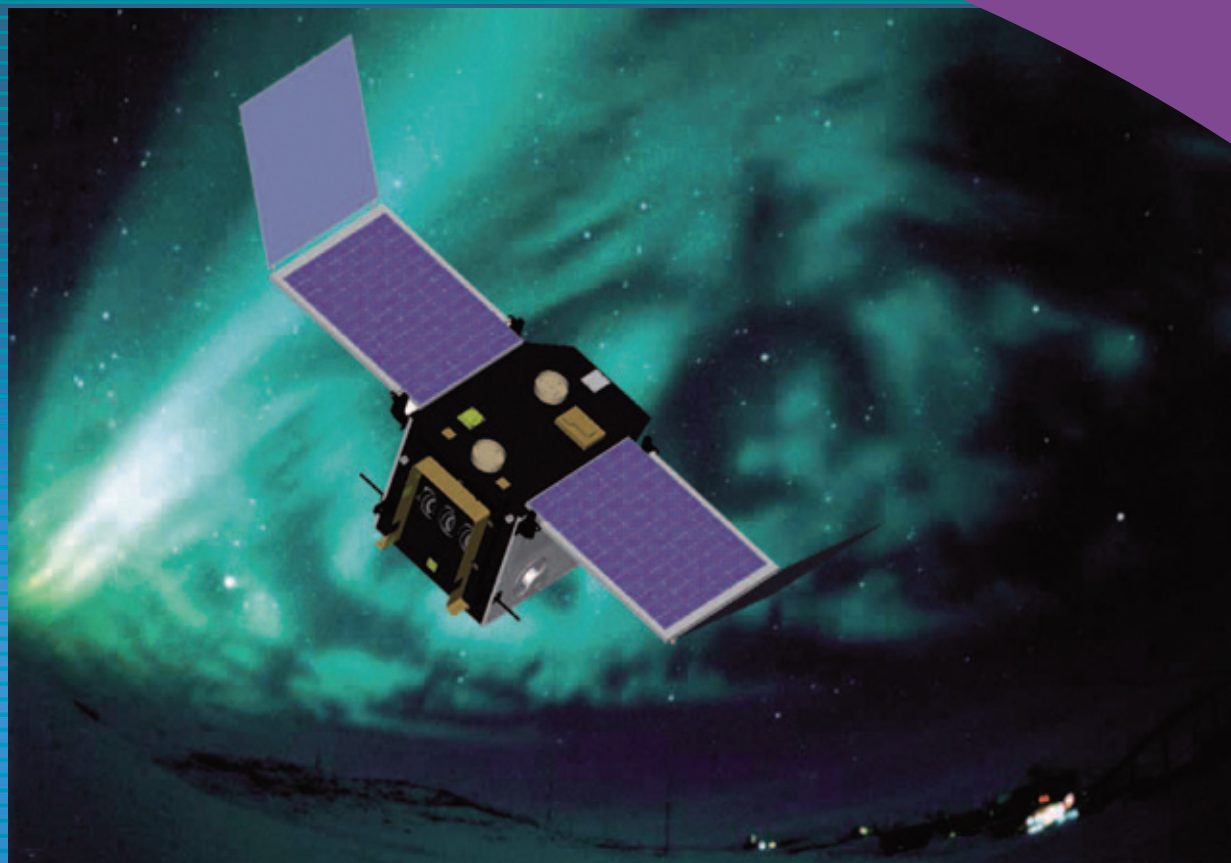
再生紙を使用しています  
JSF1402





# 小型科学衛星「れいめい」

## INnovative-technology Demonstration Experiment REIMEI



小型科学衛星「れいめい」(INDEX)は、最先端の衛星技術の軌道上実証を短期間に行い、小型衛星に適した理学観測機器を搭載して世界最先端の科学的成果を得ることが目標です。衛星が小型であるため、ISAS/JAXA職員でインハウス作業が中心となります。そして、打ち上げは大型ロケットの余剰能力を利用したピギーバック方式を採用することで、従来の科学衛星費用と比較して格段に低コストな打ち上げが可能になるのです。

「れいめい」は、インハウスで製作した約70kg、50cm立方の小型衛星で、次世代の先進的な衛星技術の軌道上での実証と、オーロラの観測を目的として、2005年8月24日、バイコヌール宇宙基地(カザフスタン共和国)からドニエプルロケットで、ピギーバック衛星として打ち上げられました。

REIMEI will perform in-orbit demonstrations of cutting-edge satellite technology over a brief period of time. It will carry onboard instruments for physical observation suitable for a small satellite, aimed at obtaining the world's most advanced scientific results. Since the satellite is small, it was made in-house by ISAS/JAXA. Moreover, launch costs will be much lower than those of conventional scientific satellites because REIMEI will ride piggy-back on a large rocket by making use of the excess capacity. REIMEI is a small in-house manufactured satellite of approximately 70 kg in weight and 50 cubic cm in size. Its objectives are to demonstrate next-generation advanced satellite technology in orbit and to observe auroras. REIMEI was launched piggy-back onboard a Dnepr rocket from the Baikonur Space Center (Republic of Kazakhstan) on August 24, 2005.

# 次世代技術の実証、最先端のオーロラ観測

Demonstration of Next-Generation Technology and Leading-Edge Aurora Observation

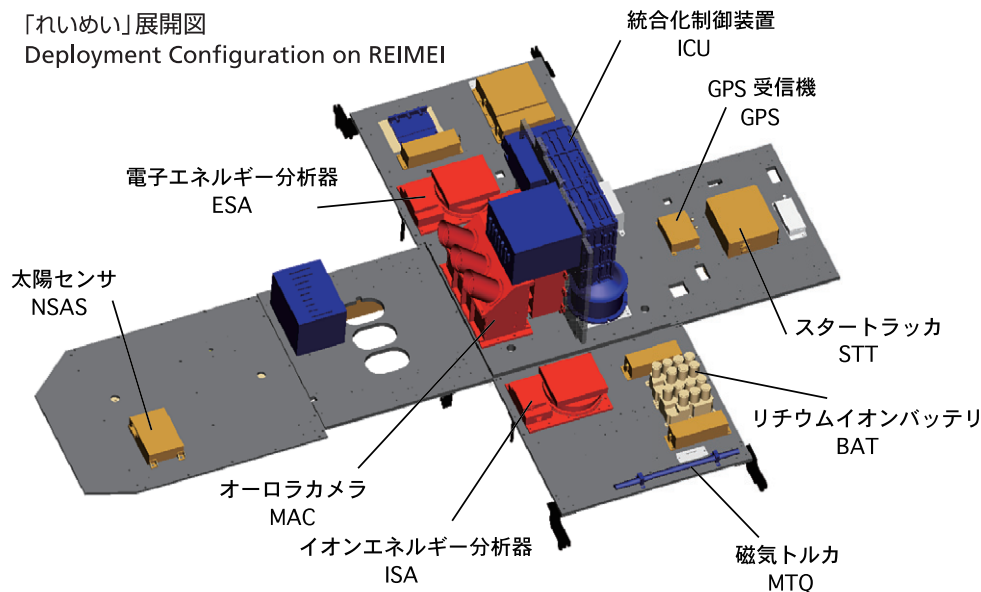
INDEX



質量 : 70kg  
Weight  
発生電力 : 120W  
Power  
打上げ : 2005年8月/ドニエプルロケット  
Launch : 2005 Summer by Dnepr Rocket  
軌道 : 高度610kmの太陽同期軌道  
Orbit : (sun-synchronous Orbit 610km)  
寿命 : 3か月以上  
Mission Period : 3Month

「れいめい」展開図

Deployment Configuration on REIMEI



## 【工学ミッション】

「れいめい」は、衛星搭載機器の高度化と軽量化の研究開発プロジェクトの軌道上実証を目的としており、次世代の小・中型科学衛星開発に向けて実績を積み重ねる、いわば最新技術の実証環境として位置付けられています。小型衛星なので大型衛星と比較するとその開発期間は短く、またリスクもある程度許容できるので、新規技術を試みる場としては最適の手段と言えます。「れいめい」では、多数決論理による高速プロセッサを用いた統合化衛星制御、70 kg 衛星による3軸姿勢制御衛星技術、光ファイバージャイロ搭載、超小型宇宙用GPS受信機搭載、SOIデバイスの利用、可動部のないサーマルルーバー技術、薄膜フィルムを用いた反射型太陽集光パドル、マンガン系リチウムイオン2次電池といった技術の軌道上実証を行う予定です。

## 【理学ミッション】

「れいめい」の科学観測ミッションは、同じ場所からオーロラ発光とプラズマ粒子の分布を観測し、従来困難であったそれらの間の微細構造の対応付けを試みることで、オーロラ微細構造の成因の解明することです。「れいめい」には多波長オーロラカメラ(MAC)とプラズマ粒子観測器(ESA/ISA)、及び電流モニター(CRM)が搭載されています。これにより、オーロラ発光構造とプラズマ粒子とを同時に観測するという世界ではじめての観測が可能になります。

## Engineering Mission

REIMEI is part of research and development project for testing sophisticated lightweight onboard instruments in orbit. It is a demonstration environment for the latest technology, so to speak, and the results will be applied toward the development of the next generation of small to medium size scientific satellites. Since it is a small satellite, the period of development was short compared with to large satellites, and since the risks in orbit are acceptable due to small satellite, it is the optimum demonstration tool for testing new technology. REIMEI will demonstrate a majority logic high-speed processor, 3-axis attitude control technology for 70 kg satellite, an onboard optical fiber gyrocompass, an onboard ultra small GPS receiver, SOI device use, a thermal louver with no movable parts, a thin film reflective type solar light concentrating array, and manganese lithium ion secondary batteries.

## Scientific Mission

The scientific mission of REIMEI is to observe the distribution of aurora emissions and plasma particles emitted from the same location, and analyze and identify the microstructure of auroras, which was difficult in the past. REIMEI will be carrying a Multi-spectral Auroral Camera (MAC), Electron/Ion energy Spectrum Analyzer (ESA/ISA), and CuRrent Monitor (CRM). These instruments will enable the first ever simultaneous observation of aurora emission structure and plasma particles.

## 【開発メンバー】

「れいめい」の開発には、中心となった宇宙科学研究本部若手職員に加えて、多くの学生達が宇宙への熱い思いを胸に参加しています。彼らは衛星開発を学びの場とするとともに大きな貢献をし、実戦的な技術者として育っています。参加大学：総合研究大学院大学、東京大学、武蔵工業大学、東京理科大学、創価大学、立教大学、東北大学、都立科学技術大学、東京電機大学

## Development Team

Many students who aspire to space exploration are participating in the development of REIMEI, in addition to young junior staff of the Japan Aerospace Exploration Agency, who played a leading role. They dedicated themselves to contributing to satellite development as well as to learning, and are developing by hands-on involvement. Participating universities: Graduate University for Advanced Studies, University of Tokyo, Musashi Institute of Technology, Tokyo University of Science, Soka University, Rikkyo University, Tohoku University, Tokyo Metropolitan Institute of Technology, and Tokyo Denki University



<http://www.index.isas.jaxa.jp>

宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト

JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス

JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail/>

宇宙科学研究所ウェブサイト

Institute of Space and Astronautical Science Website

<http://www.isas.jaxa.jp/j/>



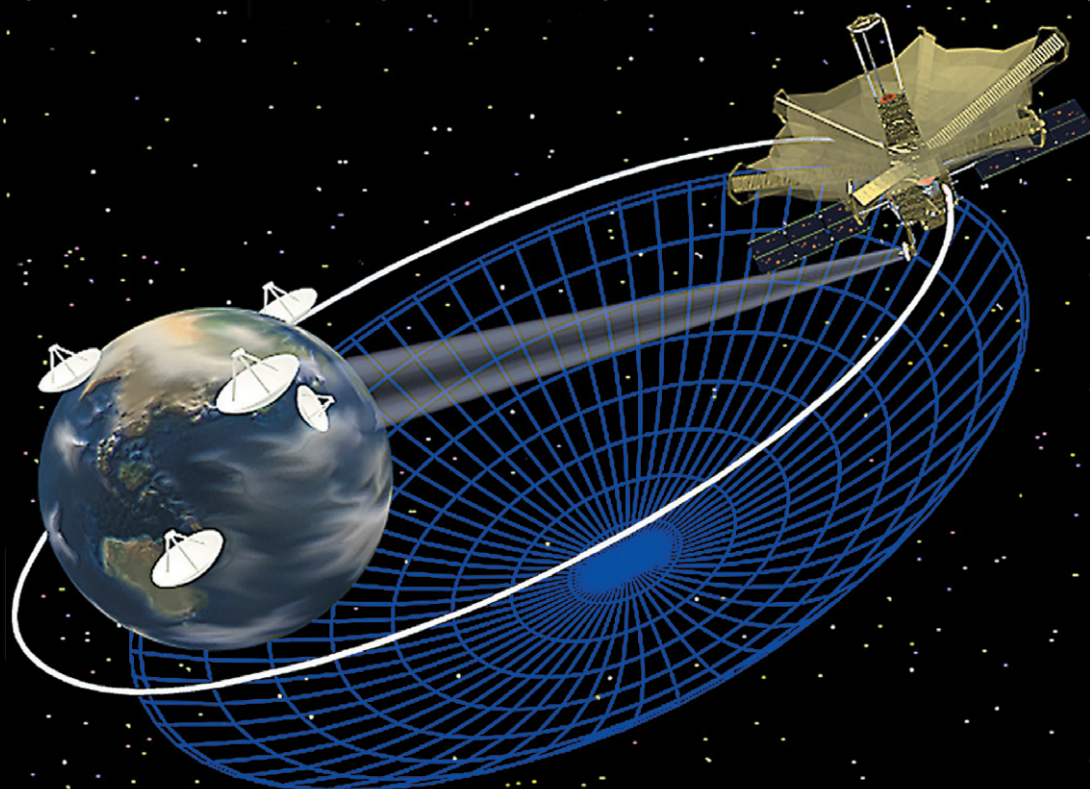
再生紙を使用しています  
JSF1402





# 電波望遠鏡「はるか」

## Space Radio Telescope: HALCA



宇宙では、星間ガスや高エネルギー電子の運動、超新星、銀河中心のブラックホール周辺など、さまざまなところで電波が発生しています。電波の宇宙を調べることによって宇宙の構造や成り立ちを知ることができます。

光で輝く宇宙を観測するものが光学望遠鏡であるように、電波で輝く宇宙を観測する装置が電波望遠鏡です。簡単な電波望遠鏡は、通常の光学望遠鏡ほど対象の細かい様子を調べることができません。ところが、遠く離れた場所にあるアンテナを合成することによって、光学望遠鏡をはるかに圧倒する細かな様子を知ることができます。超長基線干渉法（VLBI）という技術です。アンテナを地球の大きさに、あるいは地球より遠くまで広げることができます。この広がりが大きくなるほど、細かい観察が可能になります。

Celestial radio emission is detected from various sources, ranging from interstellar gas, to synchrotron emission from high energy electrons spiraling around the magnetic fields in supernova remnants and in jets formed near super-massive black holes in the centers of active galaxies. Radio astronomy can help us learn about the origin and formation of the universe.

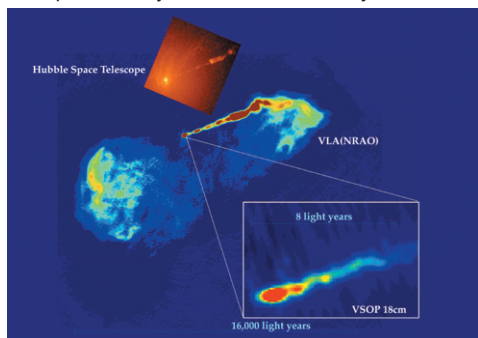
With optical telescopes we can study the visible light from astronomical objects, and with radio telescopes we can listen to the radio waves. The larger the telescope, the finer the detail that can be observed, but a simple radio telescope cannot achieve as high an angular resolution as a conventional optical telescope. It is impractical to build a single parabolic dish to achieve high angular resolution at radio wavelengths. Instead, radio astronomers use a technique called Very Long Baseline Interferometry (VLBI), and combine the signals from a number of widely separated telescopes to synthesize a larger single telescope. Global arrays of ground radio telescopes now routinely make observations with a resolution equivalent to that which could be achieved by a radio telescope almost as large as the Earth.

# 地球より大きい電波望遠鏡がとらえた宇宙

The Universe Observed by a Radio Telescope Larger than the Earth

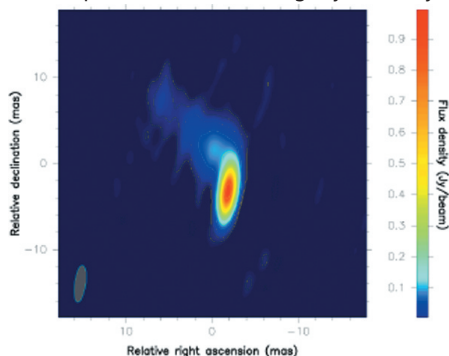
電波銀河M87のジェット

The spectacular jet of the Radio Galaxy M87



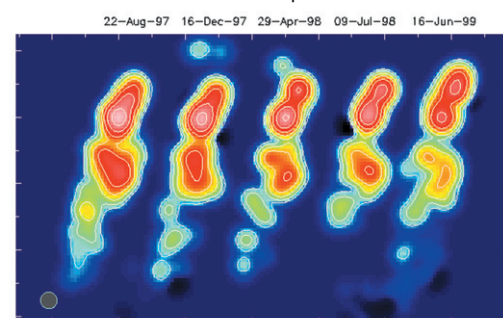
100億光年を超える遠方のクェーサー

A quasar over 10 billion light-years away



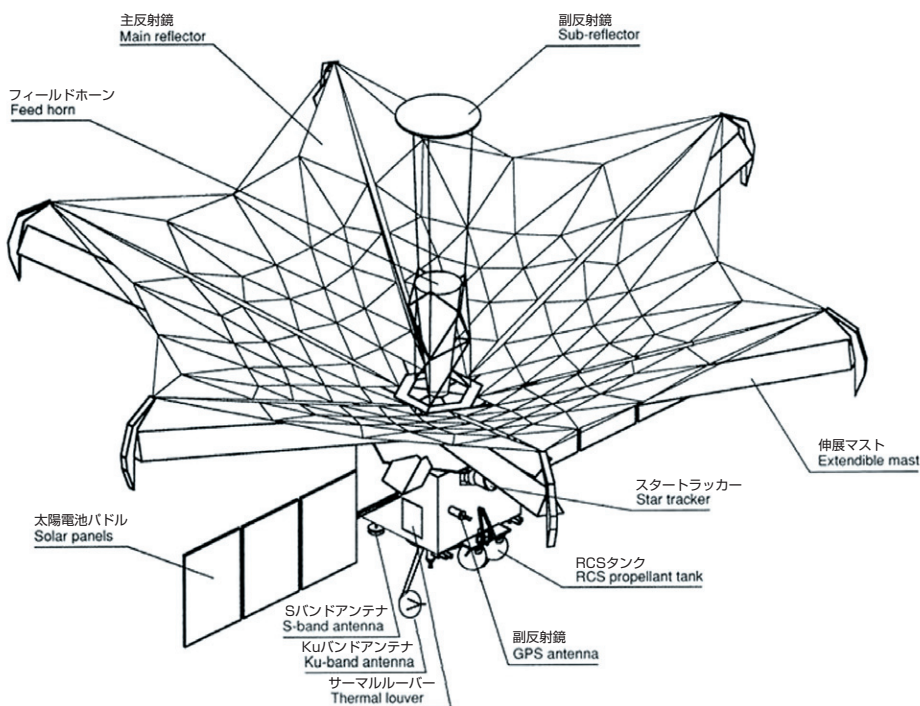
クェーサーのジェットの時間的変化

The evolution with time of a quasar's Jet



VLBIのひとつのアンテナを地球を回る軌道に持っていったら、地球上のアンテナだけでVLBIをするよりもずっと大きな広がりになるので、きめ細かい観測ができるようになります。これがスペースVLBIです。「はるか」はスペースVLBIのための基礎技術の開発と、実際の科学観測を行うための衛星です。金属のメッシュを反射面とした直径8mのパラボラアンテナを持ち、波長18cmと6cmの電波を観測しています。1997年2月に遠地点高度2万kmの楕円軌道に打ち上げられ、アメリカ、欧州、オーストラリアなどの地上の電波望遠鏡と、国際協力で観測を続けています。

Space VLBI uses a satellite to extend this technique even further. With one radio telescope of a VLBI network placed on an Earth-orbiting satellite, we can observe much finer detail than the ground network alone. The MUSES-B satellite was designed to develop and test the technologies required for space VLBI and then carry out scientific observations. The satellite's telescope has a main reflector with an effective diameter of 8 meters, consisting of a mesh of gold-coated molybdenum wire, and observes at 18-cm and 6-cm radio wavelengths. After its successful launch in February 1997, the satellite was renamed HALCA, and with the support of radio telescopes in the USA, Europe and Australia, it has carried out over 750 observations as part of the VLBI Space Observatory Programme, VSOP.



衛星打ち上げ : 1997年2月12日  
Launch date: February 12, 1997  
打ち上げロケット : M-V 1号機  
Launch vehicle  
衛星重量 : 830kg  
Weight  
アンテナ直径 : 8m  
Antenna diameter  
遠地点/近地点高度 : 21,300km/550km  
Apogee/perigee

(日本語 Japanese)

<http://www.isas.jaxa.jp/j/enterp/missions/halca/>

(英語 English)

<http://www.isas.jaxa.jp/e/enterp/missions/halca/>



宇宙航空研究開発機構  
広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city, 4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008, Japan  
Phone: +81-3-5289-3650 Fax: +81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト

JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス

JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail/>

宇宙科学研究所ウェブサイト

Institute of Space and Astronautical Science Website

<http://www.isas.jaxa.jp/j/>

リサイクル適性(A)

この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

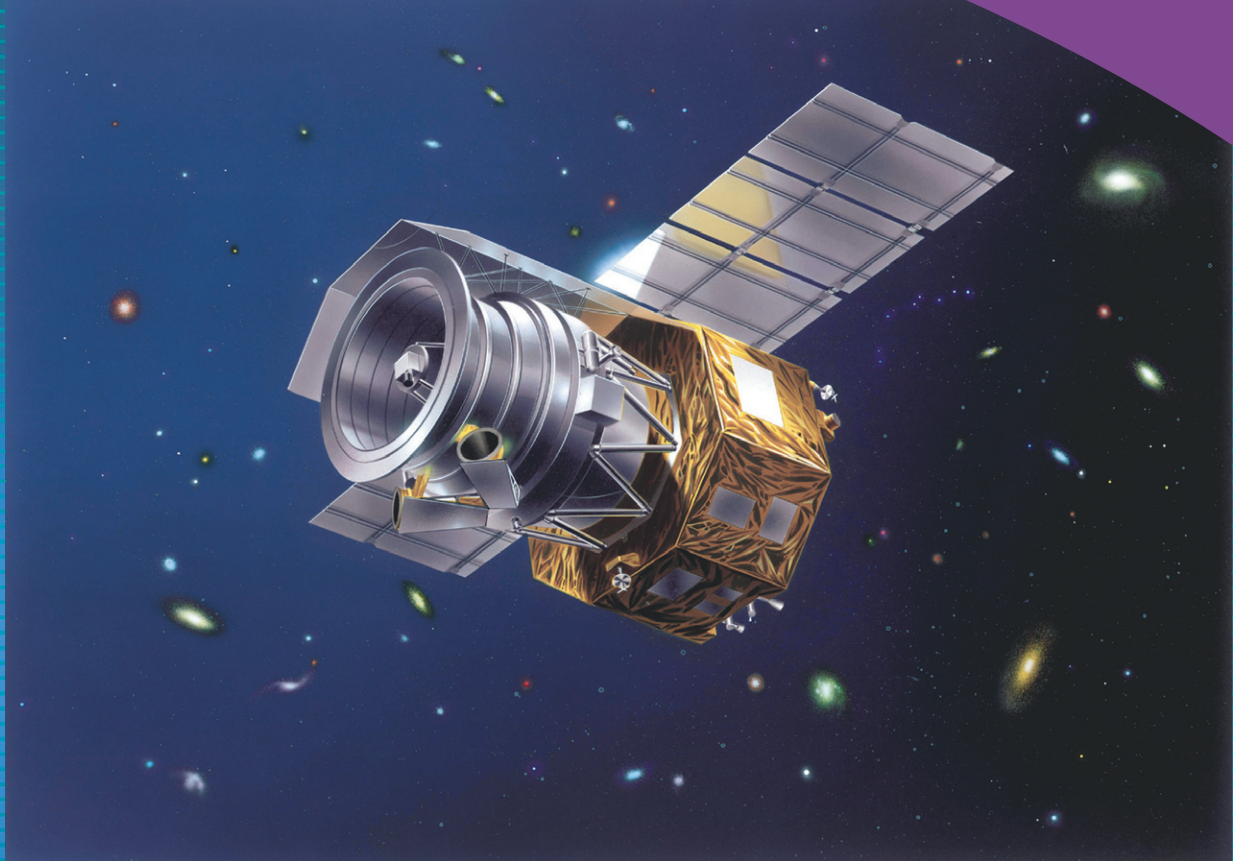
再生紙を使用しています  
JSF1402





# 赤外線天文衛星「あかり」

## The Infrared Astronomical Satellite AKARI



赤外線で宇宙の謎に迫る天文衛星「あかり」は、M-V-8号機によって、2006年2月22日に打ち上げられました。

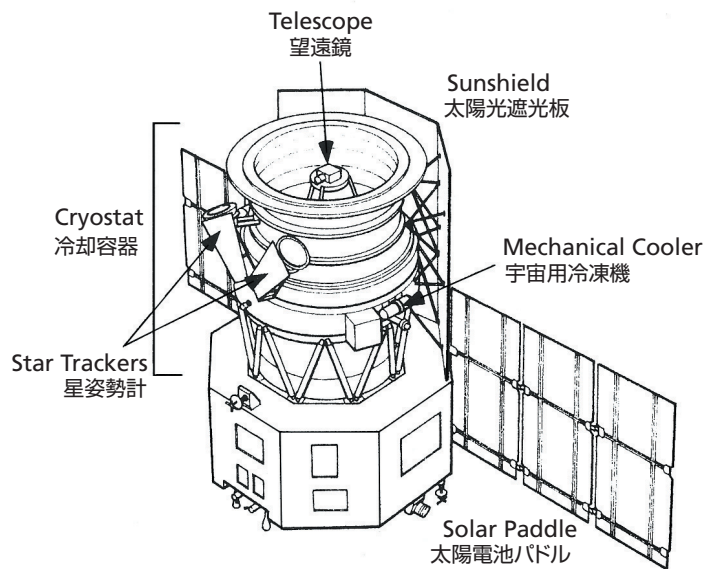
宇宙は何もない空っぽの空間ではなく、固体の微粒子を含んだ水素ガスの雲が漂っています。濃いガス雲（暗黒星雲）中のガスが重力の作用で集まって輝き出すと、太陽のような恒星が誕生します。恒星ができて温められた固体微粒子は赤外線を出し、それによって恒星誕生の様子を知ることができます。生まれたばかりの恒星の周りは、惑星の原料になる固体微粒子が円盤状に取り巻いています。これらの微粒子も赤外線を出しているので、太陽系のような惑星系がどのようにして作られるのかも調べることができます。宇宙の初めに、銀河の中では沢山の恒星が作られました。赤外線では、このような恒星を作っている最中の銀河も明るく見えるはずです。

AKARI was launched aboard the M-V-8 launch vehicle on February 22, 2006 (JST).

Space between the stars is not empty, but filled with drifting hydrogen gas and small dust particles. Thick clouds of this gas and dust (dark clouds) will shrink by the gravitational force into high-density clumps. As the density increases, the temperature of the clump rises and eventually nuclear fusion begins at the center; and a star is born. When the dust cloud surrounding the star is warmed up, it emits infrared radiation, thus we can study the birth of stars by observing this infrared light. A baby star usually has a disk of gas and dust. Planets may form in such disks. Observations of infrared light from dust in the disk give us clues to understand how planetary systems such as our Solar System are formed. It is thought that a tremendous number of stars formed in galaxies at the beginning of the Universe, and we can observe galaxies in the course of active star formation with AKARI.

# 銀河、星、惑星の起源を探る

Investigating the Origin of Galaxies, Stars and Planets

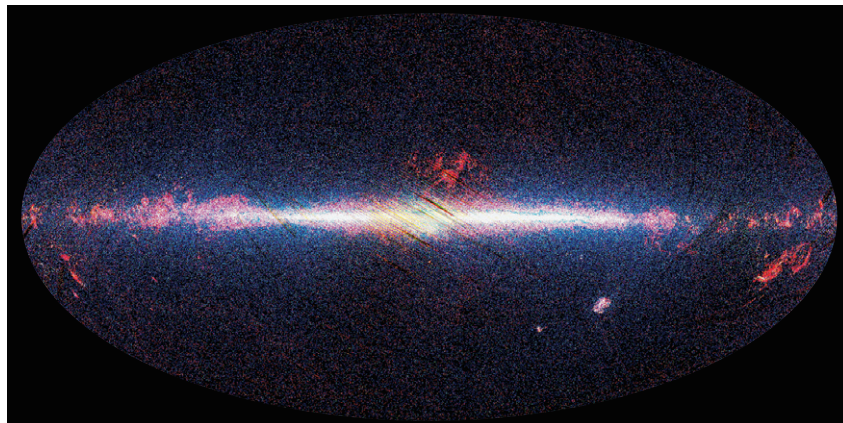


地球大気は、天体からの赤外線を吸収するとともに、強い赤外線を放射するため、赤外線で天体観測するには宇宙空間に出る必要があります。「あかり」は口径68.5cmの望遠鏡を搭載しています。望遠鏡自身も赤外線を放射するため、極低温に冷却してこれを抑えます。「あかり」では、液体ヘリウムと極低温冷凍機を組み合わせ、マイナス267°Cまで望遠鏡を冷却し、非常に高い感度を実現しています。「あかり」は全天を観測して、赤外線で見える星や銀河を見つけ出し、宇宙の地図をつくりました。また、数千の天体、場所の詳しい観測を行っています。このデータを元に、われわれは天体の起源に迫ります。

A large portion of the infrared light from the space does not reach the ground because of absorption by the Earth's atmosphere. Consequently, infrared telescopes have to be lifted above the veiling atmosphere. AKARI is equipped with such a 68.5-cm cooled telescope. Since the telescope itself also radiates in the infrared, it is cooled to a temperature of minus 267 Celsius degrees by super-fluid liquid Helium and mechanical coolers. The cryogenically cooled telescope will enable us to observe the infrared light to very high sensitivity. AKARI has done an all-sky survey and detected more than a million stars and galaxies in the infrared spectrum. Thousands of other detailed observations have been also made.

質量	: 952kg (打ち上げ時 at launch)
Weight	
サイズ	: 本体/spacecraft 約1.9m×1.9m×3.7m
Size	: 太陽電池パドルの端から端まで約5.5m (at deployment of the solar paddle)
軌道	: 高度約700km太陽同期極軌道
Orbit	: (Sun-synchronous polar orbit)

「あかり」が全天観測で見つけた赤外線天体  
Infrared sources observed by the AKARI All-Sky Survey



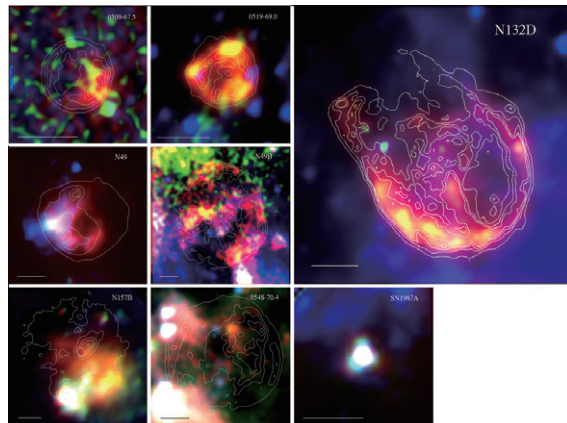
「あかり」が行った全天観測で、約130万の赤外線天体が見つかりました。このデータは、世界中の天文学者に提供され、天文学研究に使われます。この図は、「あかり」が見つけた天体の天球面上での分布を示します。青、緑、赤の三色はそれぞれ波長9、18、90マイクロメートルで観測された天体に対応します。画面中央がわれわれの銀河系の中心方向。そこから左右に天の川が延びています。天の川から上下に離れたところでは、星を活発に生み出している遠方の銀河が多数見えています。

The AKARI All-Sky Survey detected about 1.3 million celestial objects visible in the infrared light. The data has been made available to astronomers around the world. The image shows the distribution of objects observed by AKARI. Blue, Green, and Red colours indicate sources seen at 9, 18, and 90 micrometers, respectively. The centre of the image corresponds to the centre of our Galaxy. The Milky Way extends horizontally. Sources far above and below the Milky Way are mostly distant galaxies that are actively forming stars.

(日本語 Japanese)

<http://www.isas.jaxa.jp/j/enterp/missions/akari/>

大マゼラン雲中の超新星残骸  
Supernova remnants in the Large Magellanic cloud



「あかり」による、われわれの銀河系のすぐ隣にある銀河、大マゼラン雲の中の超新星残骸の観測結果です。波長7、11、15マイクロメートルのデータをそれぞれ青、緑、赤として合成しています。白い線は、NASAのチャンドラ衛星によるX線観測のデータです。超新星爆発と宇宙に漂う塵やガスの関係について、新たな知見が得られるでしょう。

These images show infrared views of supernova remnants in the Large Magellanic Cloud, the neighbouring galaxy to our Milky Way. The colour images are composites from data taken at 7 (blue), 11 (green), and 15 (red) micrometers. The white contours indicate X-ray data from NASA's Chandra Observatory. AKARI will provide new insights into supernova explosions, and their influences on dust and gases in space.

(英語 English)

<http://www.isas.jaxa.jp/e/enterp/missions/akari/>



再生紙を使用しています  
JSF1402



宇宙航空研究開発機構  
広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト  
JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス  
JAXA Mail Service

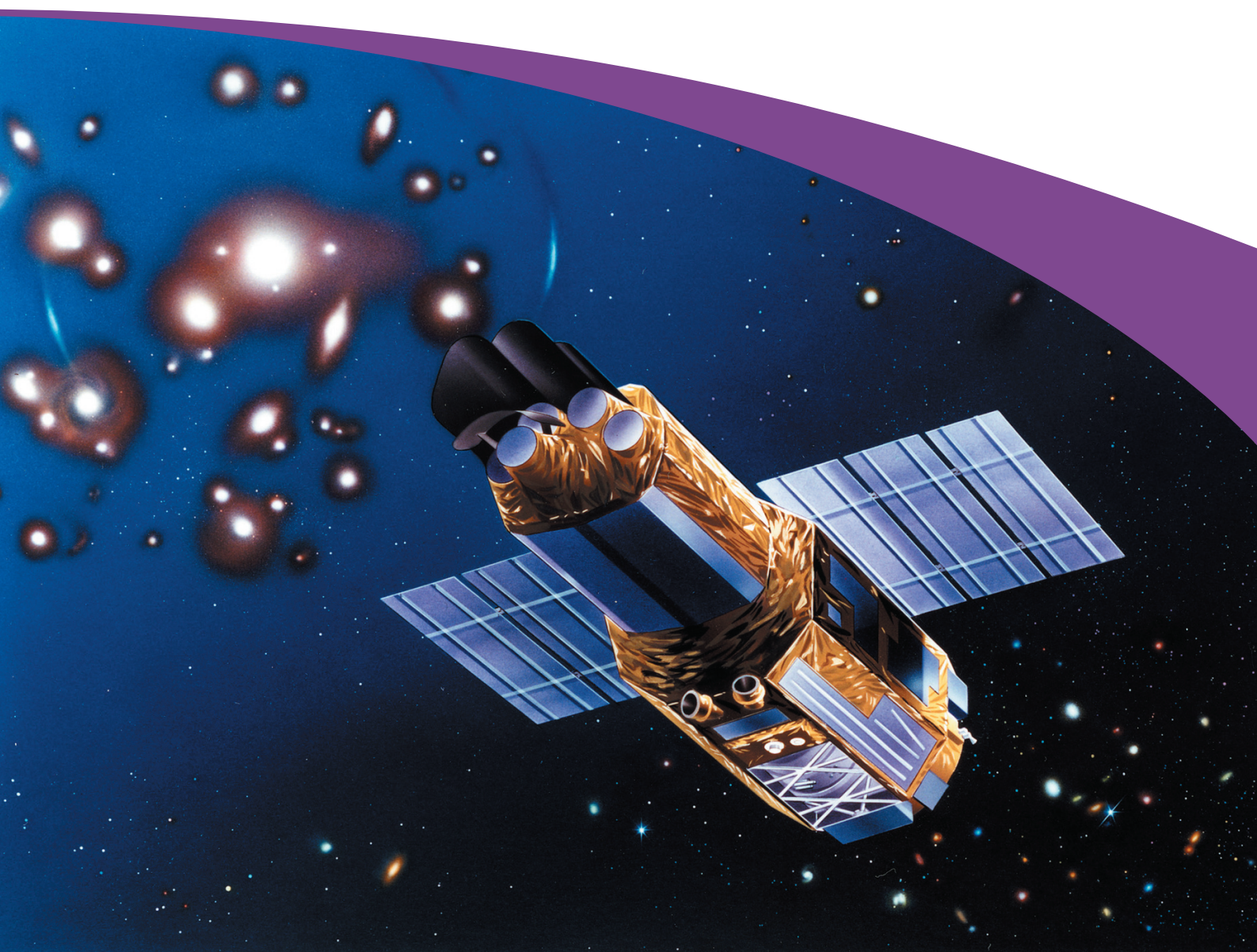
<http://www.jaxa.jp/pr/mail>

宇宙科学研究所ウェブサイト  
Institute of Space and Astronautical Science Website  
<http://www.isas.jaxa.jp/j/>



# X線天文衛星「すざく」

## ASTRO-E II : X-ray Astronomy Satellite "SUZAKU"



「すざく」は2005年7月10日にM-Vロケット6号機で打ち上げられた日本で5番目のX線天文衛星です。「すざく」は、口径40cmのX線望遠鏡4基の焦点面に、0.2-12キロ電子ボルトのエネルギー帯域で撮像・分光を行うX線CCDカメラを配し、10-600キロ電子ボルトのエネルギー帯域で分光を行う硬X線検出器をあわせ持つことで、単独衛星としては広い観測エネルギー帯域(0.2-600キロ電子ボルト)を実現しています。広いエネルギー帯域に加えて、CCDカメラの世界最高のX線エネルギー弁別能力と低エネルギーX線に対する感度、極限までノイズを抑えた硬X線検出器による世界最高感度といったいくつもの特長を武器に、厚い塵の奥深くに隠されたブラックホールの発見、宇宙における元素合成の歴史の解明、高エネルギー宇宙線源のX線対応天体の探査など、これまで誰も見たことのない宇宙の姿を暴き出しつつあります。

「すざく」は欧米の研究者にも広く利用されており、世界に開かれたX線天文台として、21世紀のX線天文学をリードしています。

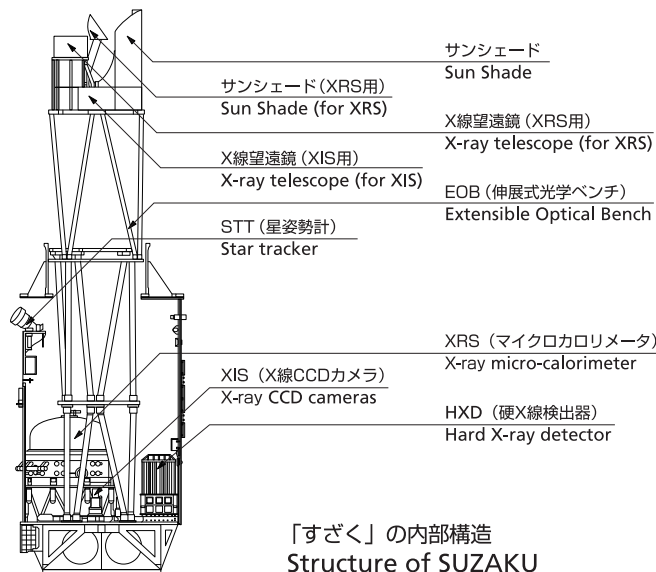
The SUZAKU (ASTRO-EII), which was launched on July 10, 2005 by M-V rocket No. 6, is the fifth in a series of Japanese X-ray astronomy satellites. SUZAKU has four X-ray CCD cameras (XISs) on the focal planes of four X-ray telescopes (XRTs) with apertures of 40cm, which provide imaging and spectroscopic capability in the 0.2 to 12 keV energy range. In addition, it carries a hard X-ray detector (HXD) which covers the 10 to 600 keV range and has achieved a high throughput for an independent satellite over a broad-band energy range of 0.2 to 600 keV. Other than its broad-band energy range, the SUZAKU has many features, including CCD cameras with the world's highest X-ray energy discriminative ability and sensitivity to low-energy X-rays, as well as a low-background HXD with the world's highest sensitivity. With these features, the SUZAKU is uncovering new faces of space that no one has ever seen. Examples include the discovery of a black hole covered by a thick coat of dust, elucidation of the history of nucleosynthesis in space and the exploration of an X-ray counterpart which is a high-energy cosmic-ray source.

The SUZAKU is widely used by western researchers and it is leading the way for X-ray astronomy in the 21st century as an X-ray observatory open to the world.



# 銀河団の進化やブラックホールの輻射機構の解明をめざします。

SUZAKU aims to study the evolution of galaxy clusters and the nature of the black holes.



衛星質量 : 1700kg  
Weight

衛星サイズ: 本体 core 約6.5m×2.0m×1.9m  
Dimension (EOB伸展時 After EOB extension)  
太陽電池パドルの端から端まで約5.4m  
(5.4 m full width at deployment of solar array)

軌道 : 高度約570km円軌道  
Orbit circular orbit at an altitude of 570km

## 「高エネルギー宇宙線源をX線で見ると...」

チェレンコフ望遠鏡HESSは、1兆電子ボルトもの高エネルギーガンマ線領域で、これまで知られていなかった天体を多数発見しています。これらを「すざく」で観測すると、図1のように、実に多様な姿をしたX線天体が浮かび上がってきました。その正体について、いま、百家争鳴の議論がわき起こっています。

## Looking at high-energy cosmic-ray sources with X-rays

The Cherenkov telescope HESS has discovered many gamma-ray objects in the high-energy gamma-ray region of one trillion keV. When those objects are observed by the SUZAKU, objects with various X-ray shapes appear as shown in Figure 1. Many researchers and scholars are now discussing what these objects are.

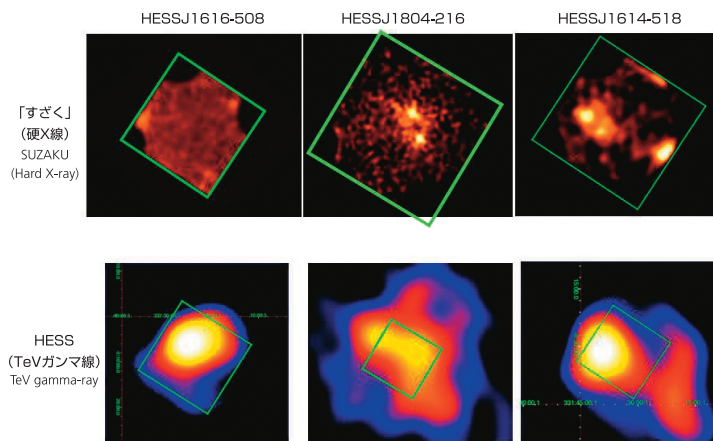


図1 Figure 1

(日本語 Japanese)

<http://www.isas.jaxa.jp/j/enterp/missions/suzaku/>

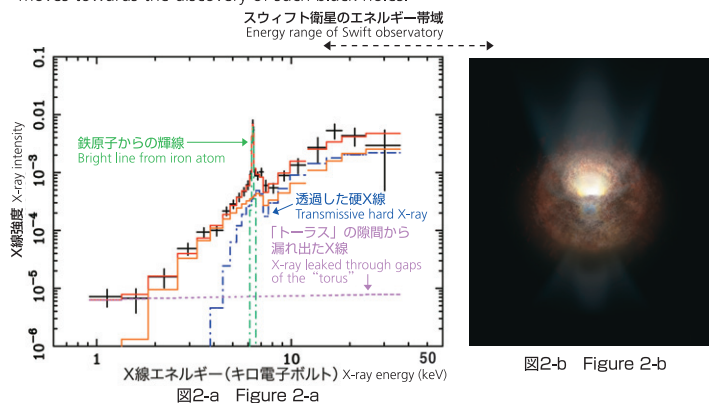
## 「深い塵に隠された巨大ブラックホールを発見」

「すざく」は、ESO 005-G004と呼ばれる銀河を観測し、中心の巨大ブラックホールからのX線が、低エネルギー側に行くほど急激に弱くなっていることを発見しました(図2-a)。これは、図2-bのように、巨大ブラックホールが、極めて背の高いドーナツ状の塵に厚く覆われており、エネルギーの低いX線は、極方向にわずかに空いた穴からしか出て来られないためと考えられます。宇宙には、このような隠されたブラックホールが無数に存在していると考えられています。「すざく」はその発見に先鞭をつけたことになります。

## Discovery of massive black hole covered by thick coat of dust

The SUZAKU observed a galaxy called ESO 005-G004 and discovered that the X-ray from the massive black hole in the center is weakened rapidly in the low-energy side (Figure 2-a).

This is probably because the massive black hole is covered by the very tall and doughnut shaped thick coat of dust as shown in Figure 2-b, where the low-energy X-ray can radiate only through small holes open at the poles. It is believed that countless numbers of hidden black holes exist in space. The SUZAKU has made important first moves towards the discovery of such black holes.

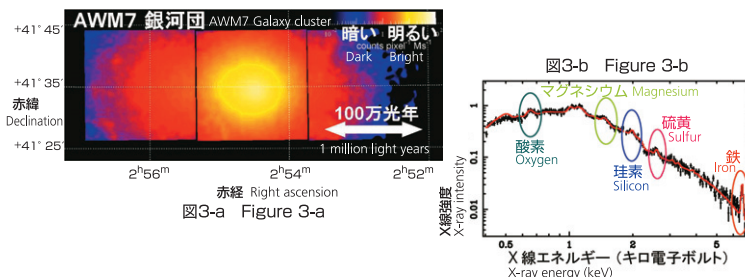


## 「銀河団に見る重元素合成の歴史」

銀河団は10~1000個の銀河の集団であり、その強い重力によって宇宙誕生の頃から集積されてきた高温(1千万度~1億度)のガスがX線を放射しています。図3-aは、そのような銀河団の一つであるAWM7の「すざく」による画像です。「すざく」のX線分光観測(図3-b)で得られた、元素に固有のX線(楕円で囲んだ部分)の強さから、われわれ生命体に必要な酸素、鉄などの重元素がどのような超新星爆発から生成されてきたか、そのような超新星爆発がどれくらい発生したかが明らかになりました。

## History of heavy nucleosynthesis in galaxy clusters

A galaxy cluster is a mass of 10 to 1,000 galaxies, and its high-temperature gas (10~100 million degrees) accumulated since the birth of the universe due to the strong gravity radiates X-rays. Figure 3-a shows an image captured by the SUZAKU of AWM7, which is one of these galaxy clusters. Based on the intensity of X-rays specific to its elements (the part in ellipse) as revealed by the X-ray spectroscopic observation of the SUZAKU (Figure 3-b), clarification has been gained regarding the kind of supernova explosion which generated heavy elements such as oxygen and iron needed for living organisms, including humans, and also in regards to how many supernovae explosions occurred.



(英語 English)

<http://www.isas.jaxa.jp/e/enterp/missions/suzaku/>



宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト

JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス

JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail/>

宇宙科学研究所ウェブサイト

Institute of Space and Astronautical Science Website

<http://www.isas.jaxa.jp/j/>



この印刷物は、印刷用の紙へ  
リサイクルできます。  
再生紙を使用しています  
JSF1402





# 太陽観測衛星「ひので」

## Solar Physics Satellite HINODE



太陽は私たち地球上の生命にとってなくてはならない星、地球に最も近い恒星です。しかし、こんなに身近にありながら、その活動の仕組みは解明されていないことがたくさんあるのです。

太陽光球の表面温度は約6000度ですが、その周辺に広がる希薄な太陽大気であるコロナの温度は100万度を超えています。太陽黒点とその周辺から延びだした磁力線がプラズマ気体と複雑な相互作用を起こして、コロナを超高温度に熱していると考えられていますが、コロナ加熱の仕組みはまだ詳しくわかっていません。この仕組みが分かれば、太陽が地球周辺の宇宙空間、ひいては地球の磁気圏や高層大気に及ぼす影響も予測できるようになると期待できます。

「ひので」は「ひのと」に続く日本で3番目の太陽観測衛星で、可視光とX線および極紫外線の3種類の望遠鏡を搭載しています。

「ひので」は2006年9月23日に、M-Vロケット7号機により、打ち上げられました。

The sun is the nearest star to the Earth where countless numbers of life forms are housed. However, little has really been understood about the complexities of this neighboring star.

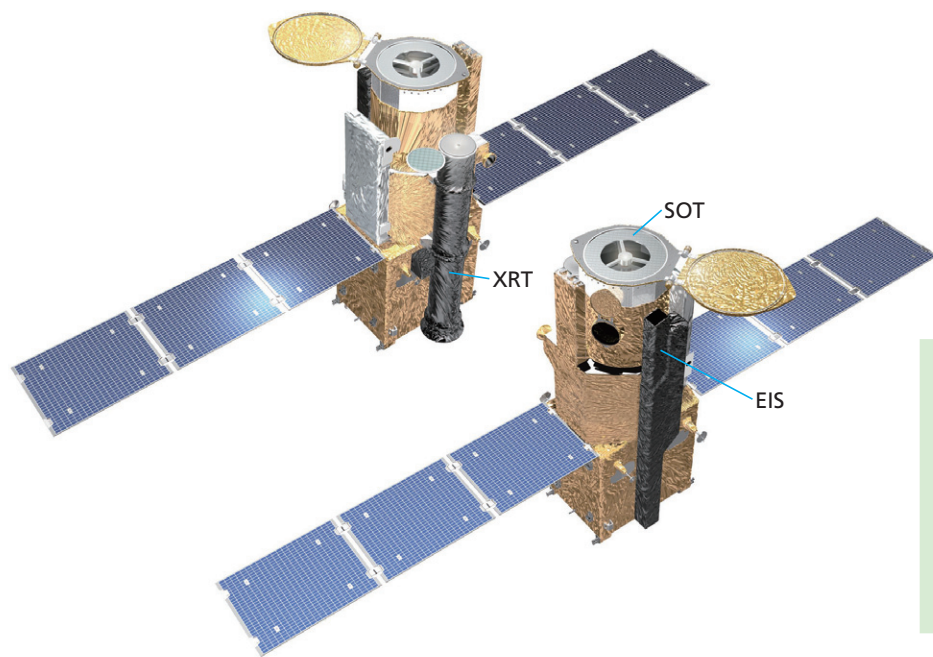
The solar surface has a temperature of 6000 degrees C, but the outermost part of the solar atmosphere, the solar corona, was discovered to have a temperature exceeding 1 million degrees C. Given a fact that it is physically impossible to transfer thermal energy from the cooler surface to the much hotter corona, scientists have long been puzzled what mechanism heats the corona. A possible answer is that the heating is related to the coronal magnetic field anchored in the outer layer of the Sun. Since the gas pressure in this layer dominates the magnetic field pressure, the gas motions propagate up the magnetic field lines to the corona, where the magnetic field pressure is greater than the gas pressure. Energy flows when the field lines and solar plasma - gases stripped of electrons - interact, producing electrical and magnetic "short circuit". The very strong electric currents in these short circuits presumably heat the corona to an extremely high temperature.

It is expected that understanding the coronal heating mechanisms will lead to projection of solar effects on solar systems, including geo-magnetic field and upper atmosphere of the Earth.

HINODE was launched aboard M-V-7 launch vehicle on September 23, 2006.

# 太陽コロナで起こる活動現象の謎とメカニズムの解明

Explore Mysteries of the Solar Corona Phenomena and Mechanisms



重量 : 約900kg (打ち上げ時)  
Weight  
サイズ : 本体 約1.6m×1.6m×4.0m (core)  
Dimension : 太陽電池パドルの端から端まで約10m  
(at the deployment of solar array)  
軌道 : 約680km (太陽同期極軌道)  
Orbit : Sun-synchronous circular orbit

## 科学観測機器 Scientific Instrument

SOT: 可視光・磁場望遠鏡 (日本・アメリカ)  
Solar Optical Telescope  
Japan-U.S. cooperative development

XRT: X線望遠鏡 (日本・アメリカ)  
X-Ray Telescope  
Japan-U.S. cooperative development

EIS: 極端紫外線撮像分光装置 (日本・イギリス・アメリカ)  
Extreme Ultraviolet Imaging Spectrometer  
Japan-U.S.-UK cooperative development

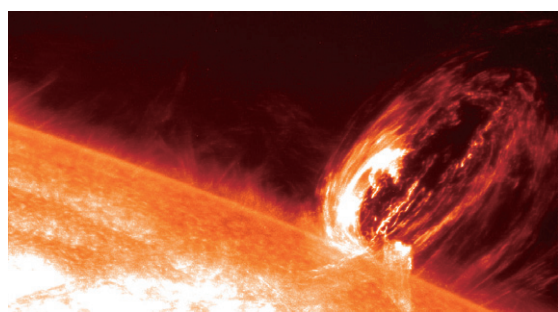
「ひので」の可視光望遠鏡(SOT)は、50cm口径の大型反射望遠鏡です。可視光望遠鏡の焦点面には磁場を測定する装置が取り付けられています。X線望遠鏡(XRT)は、「ようこう」衛星に搭載された軟X線望遠鏡を発展させ、約1秒角の高空間分解能で高温(100万度～1000万度)のコロナを撮像します。一方、極端紫外線撮像分光装置(EIS)は、コロナと遷移層におけるプラズマの速度と温度・密度を測定します。

これらの望遠鏡で同時に観測することにより、太陽表面の磁場の変動がコロナにどのように伝えられ、どのような形でコロナの爆発を引き起こし、その影響が太陽系空間をどのように伝播していくかが解明されると期待されています。

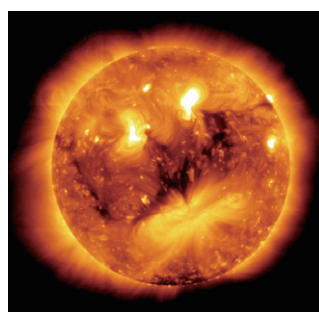
可視光望遠鏡とX線望遠鏡は日・米、極紫外線望遠鏡は日・英・米の国際協力で開発されています。

The mission consists of a coordinated set of optical, X-ray and EUV telescopes. The optical telescope, called Solar Optical Telescope (SOT), is an aplanatic Gregorian with an aperture of 50 centimeters. The SOT's focal plane has a unit to observe the magnetic field. The X-Ray Telescope (XRT) images the high temperature (1 to 10 MK) corona with improved angular resolution (approximately 1 arcsec), a few times better than Yohkoh's soft X-ray telescope. Extreme Ultraviolet Imaging Spectrometer (EIS) is designed to determine plasma parameters, such as velocity fields, temperature and density, in the corona and transition region.

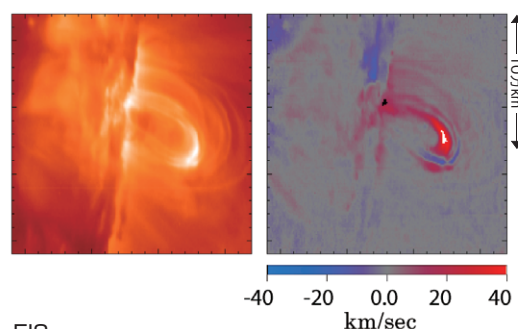
Simultaneous observation of the three telescopes will allow us to understand the correlation between the magnetic structure at the photosphere and the dynamic processes occurring in the corona, as well as effects of various energetic processes on solar systems.



**SOT**  
彩層ガスのダイナミックな噴出。太陽表面の磁場構造を動画像で観測。  
Dynamical ejections of chromospheric gas, captured by continuous measurements of the magnetic structures on the solar surface.



**XRT**  
太陽極大期に向け活発化しつつある太陽コロナを軟X線で観測。  
The solar corona, captured in soft X-rays, increasing its activity toward the solar maximum.



**EIS**  
太陽縁で発生したフレアでのコロナの運動状態を極紫外線で観測。左:明るさ 右:視線速度。  
Plasma dynamics in the coronal loop structures formed by a solar flare. Left: intensity, right: Doppler velocity.

画像 JAXA/NAOJ

(日本語 Japanese)

<http://www.isas.jaxa.jp/j/enterp/missions/hinode/>

(英語 English)

<http://www.isas.jaxa.jp/e/enterp/missions/hinode/>



再生紙を使用しています  
JSF1402



宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト

JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス

JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail/>

宇宙科学研究所ウェブサイト

Institute of Space and Astronautical Science Website

<http://www.isas.jaxa.jp/j/>



# 水循環変動観測衛星「しずく」: GCOM-W

GCOM-W: Global Change Observation Mission - Water  
"SHIZUKU"



地球環境変動観測ミッションGCOM(Global Change Observation Mission)は、宇宙から地球の環境変動を長期間に渡って、グローバルに観測することを目的としたプロジェクトです。

GCOMは、地球の水循環と気候変動を観測する、いわば宇宙から地球を健康診断する役割を持っています。GCOMには水循環変動観測衛星(GCOM-W)と気候変動観測衛星(GCOM-C)という2つのシリーズがあります。マイクロ波放射計を搭載するGCOM-Wは、降水量、水蒸気量、海洋上の風速や水温、土壌の水分量、積雪の深さなどを観測します。また、多波長光学放射計を搭載する気候変動観測衛星(GCOM-C)は、雲、エアロゾル、海色(海洋生物)、植生、雪氷などを観測します。

GCOMは、大気、海洋、陸、雪氷といった地球全体を長期間(10~15年)観測することによって、水循環や気候変動の監視とそのメカニズムを解明することが期待されています。

GCOM (Global Change Observation Mission) is a project for the global and long-term observation of the Earth environment. GCOM is expected to play an important role in monitoring global water circulation and climate change. It will be a kind of health checkup of the Earth from space.

GCOM consists of two satellite series, GCOM-W and GCOM-C. GCOM-W carries the AMSR2 (Advanced Microwave Scanning Radiometer 2), an instrument to observe water-related targets such as precipitation, water vapor, sea surface wind speed, sea surface temperature, soil moisture, and snow depth. GCOM-C carries the SGLI (Second Generation Global Imager), an instrument for surface and atmospheric measurements of phenomena involved in the carbon cycle and radiation budget, such as clouds, aerosol, ocean color, vegetation, and snow and ice.

Global and long-term observation (10-15 years) by GCOM will help scientists understand the mechanisms of water circulation and climate change.

# 宇宙から地球を健康診断

## Health Checkup of the Earth from Space

「しずく」(GCOM-W)に搭載される高性能マイクロ波放射計2 (AMSR2)は、地表や海面、大気などから自然に放射されるマイクロ波とよばれる電磁波を観測するセンサです。AMSR2は微弱なマイクロ波を地表から700kmの宇宙で受信し、そのマイクロ波の強さを非常に高い精度で測定することができます。

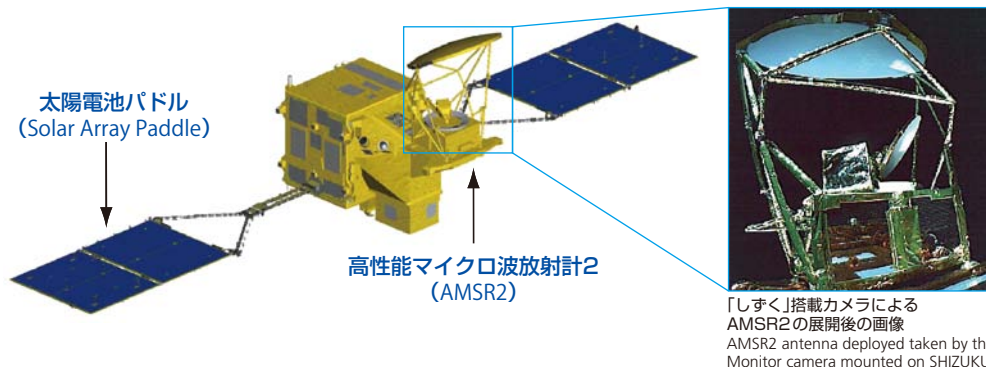
地上からのマイクロ波を受信するAMSR2のアンテナ部分は、1.5秒間に1回転のペースで地球表面を円弧状に走査し、1回の走査で約1450kmも観測します。この走査方法によって、AMSR2はわずか2日間で地球上の99%以上の場所を昼夜1回ずつ観測することができます。

AMSR2は、環境観測技術衛星「みどり2」に搭載された高性能マイクロ波放射計(AMSR)および米国航空宇宙局(NASA)の地球観測衛星Aquaに搭載された改良型高性能マイクロ波放射計(AMSR-E)の後継機です。これら日本のセンサは地球温暖化に伴う北極海氷面積の減少や、エルニーニョやラニーニャのような海洋の中・長期的変動の監視で高い評価を受けています。また、気象庁や米国海洋大気庁(NOAA)の予報への利用、漁業情報サービスセンターでの魚海況情報への活用など実用面でも貢献しています。

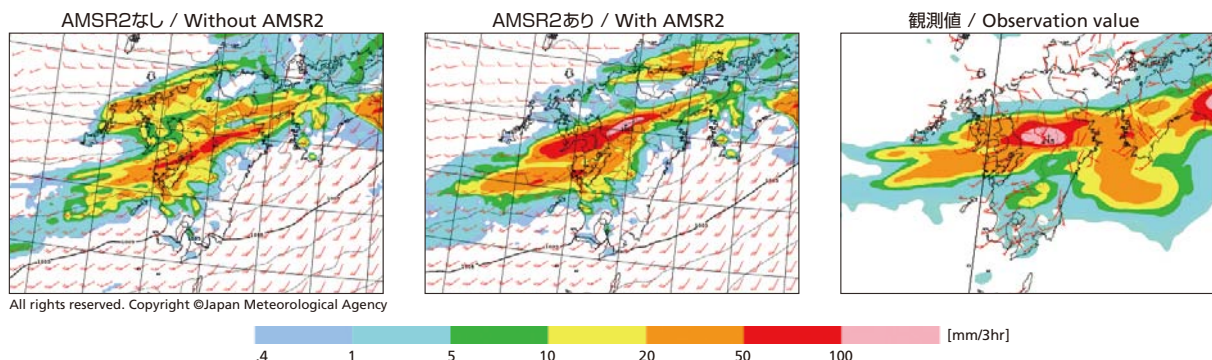
The Advanced Microwave Scanning Radiometer 2 (AMSR2) on-board "SHIZUKU"(GCOM-W) is a remote sensing instrument for measuring weak microwave emission from the surface and the atmosphere of the Earth. From 700 km above the Earth, the AMSR2 will provide us with highly accurate measurements of the intensity of microwave emission.

The antenna of the AMSR2 rotates once per 1.5 seconds and obtains data over a 1450 km swath. This conical scan mechanism enables the AMSR2 to acquire a set of daytime and nighttime data with more than 99% coverage of the Earth every 2 days.

The AMSR2 is a successor to the AMSR on Japanese ADEOS-II and the AMSR-E on Aqua, a NASA satellite. The achievements of these predecessor systems in monitoring phenomena such as El Nino, La Nina, and sea ice in polar regions have set a high value to Japanese microwave instruments. They have also contributed to practical applications, such as weather forecast by the Japan Meteorological Agency (JMA) and the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), sea condition information for fishermen by the Japan Fisheries Information Service Center (JAFIC).



打ち上げ年月日 (Launch Date)	2012年5月18日1時39分(日本標準時) 1:39 a.m. on May 18, 2012 (Japan Standard Time)
設計寿命 (Design Life)	5年(5years)
電力/質量 (Power/Mass)	4050W(EOL)/1900kg
高度/傾斜角 (Altitude/Inclination)	700km/98.2度(98.2deg)
昇交点通過 地方太陽時 (Local sun time at ascending node)	13時30分 ± 15分(13:30±15min)
AMSR2概要 (AMSR2 Characteristics)	7GHz~89GHz: 6周波数帯(6bands) 5~50km分解能(Resolution) 1450km観測幅(Swath Width)



気象庁メソモデル(MSM)の降水予測の改善例。日本時間2012年7月11日9時初期値のMSMによる予測では、翌日早朝の九州の大雨の降水強度予想が弱く、予測精度が不十分だった(左)。この予測がAMSR2データを利用することにより、より強い予想となり、より観測値に近い結果となった(中央)。これは、AMSR2データにより、九州の上流にあたる東シナ海の水蒸気量がより適切に解析され、その結果として降水予測が改善したと考えられる。

This is an example of a precipitation forecast improvement using a Japan Meteorological Agency mesoscale model (MSM). This shows a prediction based on initial values of MSM at 9:00 a.m. on July 11, 2012 (JST). The left figure showing the precipitation intensity forecast for heavy rain in the early morning of the next day in Kyushu would be weak, and the prediction accuracy was insufficient. The center figure shows the forecast using AMSR2 data, which resulted in a more accurate forecast with results that were closer to the actual observation (on the right). Using AMSR2 data, the amount of water vapor corresponding to the East China Sea upstream of Kyushu was analyzed better, and the precipitation forecast was improved as a result.



宇宙航空研究開発機構  
広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ノラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト JAXA Website  
<http://www.jaxa.jp/>

「しずく」ウェブサイト  
[http://www.jaxa.jp/projects/sat/gcom\\_w/](http://www.jaxa.jp/projects/sat/gcom_w/)  
「SHIZUKU」Website  
[http://www.jaxa.jp/projects/sat/gcom\\_w/index\\_e.html](http://www.jaxa.jp/projects/sat/gcom_w/index_e.html)



再生紙を使用しています  
JSF1501



# 小型実証衛星1型 (SDS-1)

SDS-1 : Small Demonstration Satellite-1



宇宙航空研究開発機構（JAXA）では、実用人工衛星の信頼性を向上させる目的で、機器・部品からシステム技術に至るまで、新規技術を事前に宇宙で実証して技術成熟度を向上させることを狙いとして小型実証衛星（SDS：Small Demonstration Satellite）プログラムを進めています。その第1号機である小型実証衛星1型（SDS-1）の研究開発を、研究開発本部の宇宙実証研究共同センターが2006年度より進めてきました。小型実証衛星はJAXA大型衛星に比べて低コストかつ短い期間で開発できるため、さまざまな技術の軌道上実証・実験をタイムリーに進めることができます。当本部では、このSDS-1を先駆けとして、100kg級の小型実証衛星をシリーズ化する計画です。

SDSプログラムでは、システムの設計解析からインテグレーション、さらに、各種試験までをJAXAの研究者が中心となってインハウスで行っており、システムエンジニアリングなど各種専門能力を短期間で経験できるために、若手技術者育成にも寄与しています。

SDS-1は温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)の相乗り小型副衛星として、2009年1月23日にH-IIAロケットで打ち上げられました。

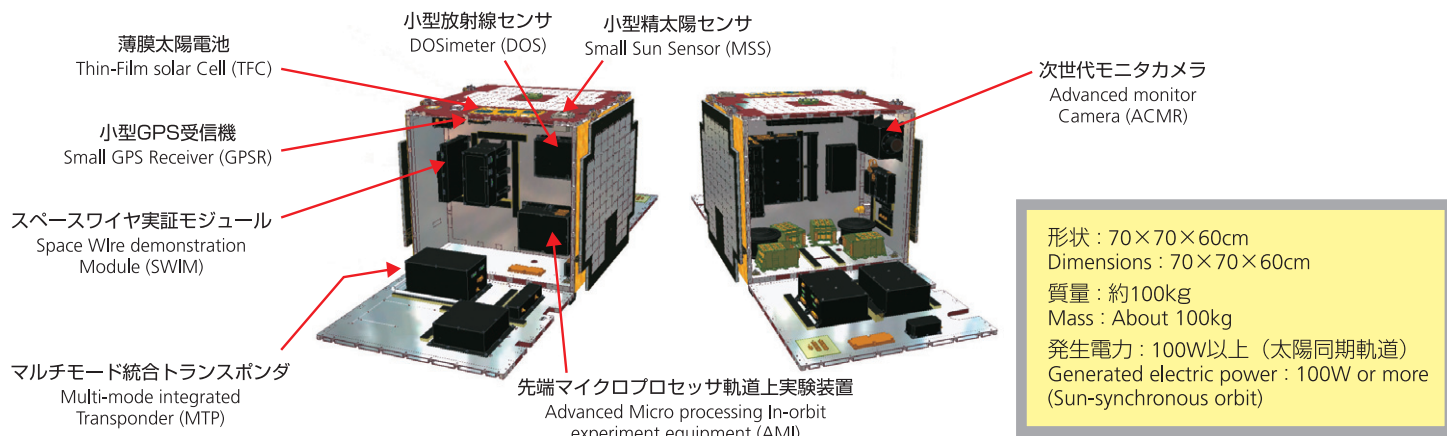
The Small Demonstration Satellite (SDS) program aims to improve the reliability of practical artificial satellites by demonstrating a wide range of new space technologies covering everything from equipment and element to system engineering. The Small Demonstration Satellite 1 (SDS-1), the first satellite in the SDS program, has been under development since FY2006 by the Space Technology Demonstration Research Center of the JAXA Aerospace Research and Development Directorate (ARD). Small Demonstration Satellites are able to be developed quickly and inexpensively compared with large satellites. This is quite useful, as it allows aerospace researchers to demonstrate and experiment with various technologies in orbit within short time frames. The ARD plans to serialize 100kg-class small demonstration satellites with SDS-1 as the forerunner.

System design, integration and testing of the SDS program are carried in-house by JAXA researchers. These activities contribute to improving system engineering skills and other abilities of young engineers.

SDS-1 was launched on January 23, 2009, as a Sub-satellite of the Greenhouse Gases Observing Satellite "IBUKI" (GOSAT) with H-IIA.

# 宇宙機システムの信頼性向上のための小型衛星による事前実証

Flight demonstration by SDS secures high reliability of practical space vehicles



## 〔搭載ミッション〕

### 1) マルチモード統合トランスポンダ (MTP)

今後の観測衛星などの利用本部の衛星および科学衛星に標準的に搭載することを目的として、次の4種類の通信機能、(1)PSK/PM(従来からの変調方式)、(2)UQPSK/SQPN (衛星間フォワード/リターン回線変調方式)、(3)QPSK (高速データ伝送用変調方式)、(4)UQPSK (複数衛星同時運用) を従来の1種類の機能のトランスポンダと同程度の寸法重量に収まるよう小型軽量化したSバンド帯の通信機器の実証。

### 2) スペースワイヤ実証モジュール (SWIM)

JAXAが宇宙用に開発した高速MPUを用い、新しい国際標準であるスペースワイヤ規格を発展させた次世代ネットワーク型データ処理技術の実証と、そのデータ処理技術を活用した超高感度加速度計による重力変動の計測実験。

### 3) 先端マイクロプロセッサ軌道上実験装置 (AMI)

JAXAが重要部品として開発した320MIPS級64ビットMPU、DC/DCコンバータ、パワーMOSFETなどの部品で構成した高性能計算機ボードの軌道上での動作実験を行って将来のプロジェクトに向けてデータを取得。

### 4) 薄膜太陽電池 (TFC)

次世代の宇宙用太陽電池の候補である2種類の薄膜太陽電池の軌道上データ取得と、その実装技術に関する宇宙実証。

### 5) 次世代小型衛星バス技術実験

本実験は、将来の高度なミッション要求に対応するために必要となる次期小型衛星バス技術の軌道上での実証実験であり、以下の3つの機器を搭載する。

#### a. 小型GPS受信機 (GPSR)

車載用GPS受信機をベースに、機器筐体、インターフェイス回路、GPSアンテナ、ファームウェア等を宇宙用に改修したもの。

#### b. 小型精太陽センサ (MSS)

検出素子に民生グレードのCMOS APS (Active Pixel Sensor) を採用した、小型・軽量・低消費電力の2軸太陽センサ。

#### c. 次世代モニタカメラ (ACMR)

最新の民生CMOS素子を用い、画像データ処理部には宇宙環境での使用方法を工夫して民生CPUを活用。

## 〔Mission〕

### 1) Multi-mode integrated Transponder (MTP)

The MTP is designed to function in four operation modes related to its modulation methods, (1)PSK/PM(conventional modulation method), (2)UQPSK(inter-satellite forward link)/SQPN (inter-satellite return link), (3)QPSK (for high-speed data transmission), and (4)UQPSK(operation for more than one satellite). The conventional transponder model functions in mode (1) only or in modes (1) and (2). The MTP is designed to additionally work in modes (3) or (4) as a multi-functional (multi-mode) device.

### 2) Space Wire demonstration Module (SWIM)

A next-generation network-type data-processing technology was established by advancing a new international standard called the Space Wire standard. This technology is demonstrated using a high-speed MPU developed by JAXA for space. Measurement experiments of gravity variations using an ultra-sensitive accelerometer that relies on advanced data-processing technology are also demonstrated.

### 3) Advanced Micro processing In-orbit experiment equipment (AMI)

The AMI is an in-orbit operational experiment on a high-performance processing board composed of various important parts developed by JAXA.

### 4) Thin-Film solar Cell (TFC)

The experiment aims to evaluate the in-orbit characteristics of thin-film solar cells.

### 5) Experiment of bus equipments for future small satellites.

The bus equipments are composed of Small GPS Receiver (GPSR) modified from car navigation system, Small Sun Sensor (MSS) using CMOS APS based COTS, and Advanced monitor Camera (ACMR) developed based on commercial CMOS detectors.



▲ 設計確認会と若手技術者によるフライトシステムの組み立て  
Design review and in-house integration of flight system by young engineers.



宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ

Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan

Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト

JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス

JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail>



再生紙を使用しています  
JSF1402



# 水星探査計画「ベピコロombo」

## Mercury Exploration Project “BepiColombo”



「BepiColombo(ベピコロombo)」とは、日本とヨーロッパ(European Space Agency(ESA):欧州宇宙機関)が共同で計画中的水星探査ミッションです。BepiColomboは、水星の公転周期と自転周期が3:2となることを示したり、NASAにマリナー10号の軌道を提言したりと水星に大変ゆかりの深いイタリアの応用数学者ジュセッペ・コロombo博士(ベピは愛称)に因んでその名前がつけられています。

水星は、その存在こそは太古の昔より知られていたものの、「未知の惑星」です。太陽に最も近い惑星の探査には、「過酷な温度環境」と「軌道投入の困難さ」がつきまとい、本格的な探査は長く阻まれてきました。

「ベピコロombo」は、日本が開発を担当する、水星の固有磁場、磁気圏、大気の観測を目的とした「水星磁気圏探査機(MMO)」と、ヨーロッパが開発を担当する、水星の磁場、表面地形、鉱物・化学組成、重力場の精密計測を目的とした「水星表面探査機(MPO)」の2つの周回探査機からなる日欧共同計画です。水星本体と水星環境の総合観測を行い、太陽系の起源に迫ります。

「MMO」と「MPO」はアリアン5型ロケットと一緒に打ち上げられる予定です。

“BepiColombo” is a Mercury exploration mission being jointly planned by Japan and Europe (European Space Agency, ESA). The Name “BepiColombo” is after Giuseppe Colombo who was a Italian scientist, mathematician and engineer. He showed why Mercury's revolution period and rotation period is synchronized with 3:2 and proposed orbit for Mariner-10 to NASA. Bepi is his nickname.

While its presence has been known for a long time, Mercury still remains to be a mysterious planet. Being quite close to the sun, a mission to explore the planet suffers from the harsh thermal condition and the difficult orbit insertion scheme. Indeed a full scale mission exploring Mercury had not been planned until recently.

The BepiColombo project is composed of two orbiters, Mercury Magnetospheric Orbiter (MMO) and Mercury Planetary Orbiter (MPO). MMO will be developed by JAXA and will perform observations of magnetic field, Mercury's magnetosphere and exosphere. MPO will be developed by ESA and will observe Mercury's surface, chemical compositions, gravity and magnetic field. Through full scale exploration of the planet and its environment, the origin of the solar system will also be pursued. MMO and MPO will be launched by a single Ariane 5 rocket.

# 「未知の惑星」水星の磁場と磁気圏、起源と進化を探索

Exploration of the mysterious planet, Mercury: Its magnetic environment, origin and evolution

## 「ベピコロombo計画」は、MMOとMPOの2機の探査機で水星の謎に迫ります

### 水星の形成史を探索

太陽系の最も内側にできた水星は、鉄の中心核が3/4も占めるなど特異な天体です。その解明は太陽系形成の謎を明らかにすることにもつながります。

### 水星磁場の成因を探索

火星・金星にはない磁場が、水星・地球にはあるのは何故か？ 惑星磁場を初めて精密に測定することでその成因を解明します。

### 水星磁気圏の活動を探索

特異な状況にある水星磁気圏の示す電磁活動の観測は、宇宙プラズマの振る舞いを理解することへと大きく貢献します。

## BepiColombo, the two-spacecraft mission to Mercury (MMO and MPO)

### Exploring the origin of Mercury

Mercury, the inner-most planet of the solar system, has the peculiar characteristics of having a huge core. Understanding how this planet formed would contribute to our understanding of the origin of the solar system.

### Exploring the origin of the Mercury's magnetic field

Why do Earth and Mercury have magnetic field while Venus and Mars do not? The planetary magnetism theme will be explored via high quality measurements.

### Exploring the dynamics of the Mercury's magnetosphere

The peculiar setting of the Mercury's magnetosphere sets a unique and precious stage in the course of the Plasma Universe research.

## 水星磁気圏探査機

スピコン衛星：磁場、大気、磁気圏、内部太陽圏を探索

### ●固有磁場の解明

水星周辺の磁場を高い精度で計測し、惑星磁場の成因を探索。

### ●地球と異なる特異な磁気圏の解明

水星磁気圏の構造や運動を観測し、地球磁気圏と比較して惑星磁気圏の普遍性と特異性を明らかにする。

### ●水星表面から出る希薄な大気の解明

ナトリウムを主成分とする希薄大気の大規模構造・変動を観測し、その生成・消滅過程を探索。

### ●太陽近傍の惑星間空間を観測

地球近傍では見られない太陽近傍の強い衝撃波を観測し、そのエネルギー過程を解明する。

## Mercury Magnetospheric Orbiter (MMO)

Spin satellite: Exploring the magnetic field, atmosphere, magnetosphere, and inner heliosphere.

### ●Measurement of the intrinsic magnetic field

Pursue the origin of the magnetic field via high-quality measurements.

### ●Understanding the unique magnetosphere

Contribute to the general framework of magnetospheric physics via comparative approach.

### ●Understanding the surface-derived thin atmosphere of Mercury

Observe the structure and its temporal variation of the sodium atmosphere in order to pursue its formation/loss mechanisms.

### ●Observing the near-sun heliospheric phenomena

Quantify ultra strong interplanetary shocks that are not accessible at 1 AU.

## MMOに搭載される科学観測装置／Scientific payloads to be loaded on MMO

### MPPE プラズマ／粒子観測装置 Mercury Plasma Particle Experiment

電子、イオン質量分析、太陽風イオン、高エネルギー電子・イオン、高速中性粒子 (国内:9機関、海外:11機関)  
Electron and ion mass analysis, solar wind ion, high-energy electron/ion, and high speed neutral particles (Japanese inst.: 9, Foreign inst.: 11)

### MGF 磁場観測装置 Magnetic Field Investigation

水星磁場・太陽風磁場 (国内:8機関、海外:5機関)  
Mercury magnetic field / Solar-wind magnetic field (Japanese inst.: 8, Foreign inst.: 5)

### PWI プラズマ波動・電場観測装置 Plasma Wave Investigation

電場、プラズマ波動、水星・太陽電波、電子密度・温度 (国内:8機関、海外:10機関)  
Electric field, plasma waves, radio waves, and electron density/temperature (Japanese inst.: 8, Foreign inst.: 10)

### MDM ダスト検出器 Mercury Dust Monitor

星間ダスト、水星起源ダスト (国内:7機関、海外:1機関)  
Dust from Mercury and interplanetary & interstellar space (Japanese inst.: 7, Foreign inst.: 1)

### MSASI 大気分光撮像器 Mercury Sodium Atmosphere Spectral Imager

Na大気分光撮像 (国内:5機関、海外:1機関)  
Sodium atmosphere spectral image (Japanese inst.: 5, Foreign inst.: 1)

## 水星表面探査機

3軸衛星：表面の地形・組成、重力場・磁場および内部構造を探索

水星の内部構造・表面の精密探査から、その起源と進化を解明し、太陽系最内内部における情報から太陽系の起源にも迫る。

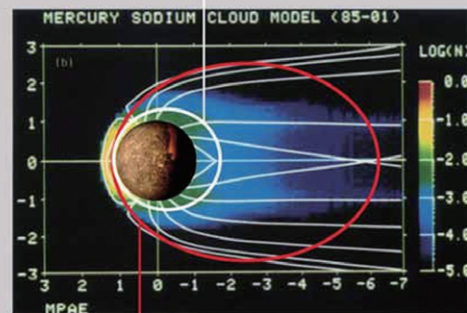
## Mercury Planetary Orbiter (MPO)

3-axis satellite: Exploring the surface features and compositions, gravity and magnetic fields and the internal structure.

Obtain high quality mapping of the surface features and compositions of Mercury in order to elucidate its origin and evolution. With the detailed info of the most inner planet in hand, pursue the origin of the solar system.

## MMOとMPOの予定軌道／Planned Orbits of MMO and MPO

MPO軌道：周期2.3時間、高度400km×1,500km  
MPO orbit: Cycle: 2.3hours, Altitude: 400km×1,500km



MMO軌道：周期9.3時間、高度400km×12,000km  
MMO orbit: Cycle: 9.3hours, Altitude: 400km×12,000km

水星の表層・内部構造を解明するMPO探査機 (ESA) は、高度400km×1,500kmの極軌道を周回するのに対し、磁場・磁気圏を解明するMMO探査機 (JAXA) は、その外側の高度400km×12,000kmの極軌道を回ります。

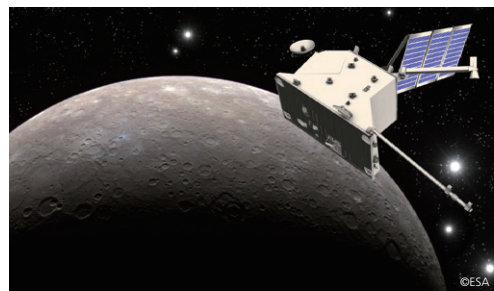
MPO spacecraft (ESA) for studying Mercury's surface and internal structure will enter polar orbit at an altitude of "400km×1,500km". The MMO spacecraft (JAXA), for studying magnetic fields and the magnetosphere, will enter polar orbit at an altitude of "400km×12,000km" - outside the MPO's.



JAXAが担当する 水星磁気圏探査機 (MMO)  
(全質量：約285kg、観測装置質量：約45kg)

MMO to be developed by JAXA (Japan)  
(Total mass: about 285kg, Payload: about 45kg)

- ・約430℃に達する水星表面からの放射など過酷な高温環境に耐える耐熱技術を開発
- ・日欧共同の開発による最先端のセンサー群を搭載
- ・Develop heat-resistant technology resistant to harsh, high-heat environments. For example, radiation from Mercury's surface that may reach about 430 degrees Celsius.
- ・Loading cutting-edge sensors co-developed by Japan and Europe.



ESAが担当する 水星表面探査機 (MPO)  
(全質量：約1810kg、観測装置質量：約80kg)

MPO to be developed by ESA (Europe)  
(Total mass: about 1,810kg, Payload: about 80kg)

(日本語 Japanese)

<http://www.isas.jaxa.jp/j/enterp/missions/mmo/>

(英語 English)

<http://www.isas.jaxa.jp/e/enterp/missions/mmo/>



リサイクル適性(A)

この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

再生紙を使用しています  
JSF1401



宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト

JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス

JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail>

宇宙科学研究所ウェブサイト

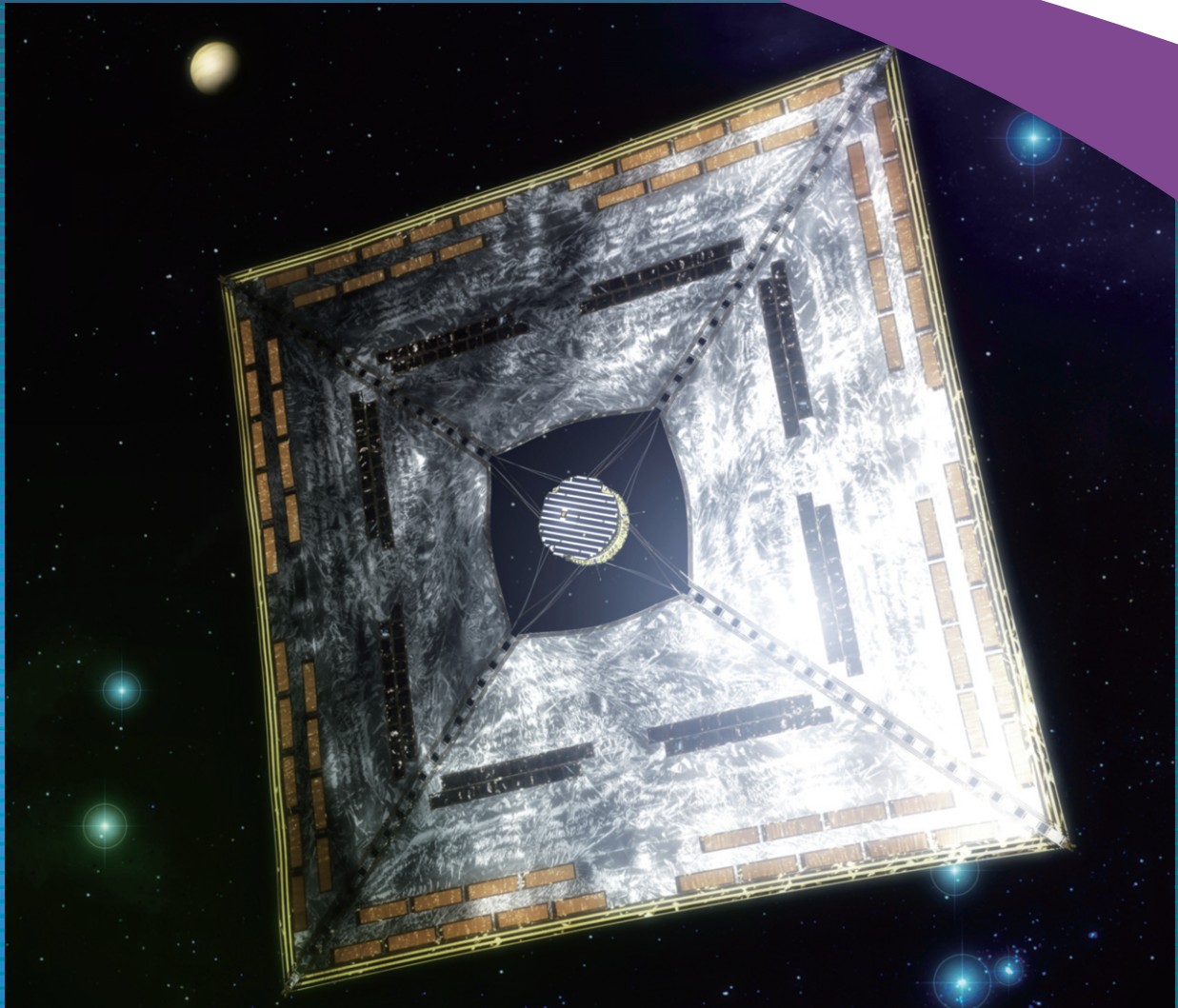
Institute of Space and Astronautical Science Website

<http://www.isas.jaxa.jp/j/>



# 小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」

## Small Solar Power Sail Demonstrator "IKAROS"



ソーラーセイルは、超薄膜の帆を広げ太陽光圧を受けて進む宇宙ヨットです。ソーラー電力セイルは、帆の一部に薄膜の太陽電池を貼り付けて大電力発電を同時に行います。この電力を用いて高性能イオンエンジンを駆動することで、ハイブリッド推進を実現し、効率的で柔軟なミッションが可能となります。

2010年5月21日に金星探査機「あかつき」と相乗りで打ち上げられた小型ソーラー電力セイル実証機 (IKAROS=Interplanetary Kite-craft Accelerated by Radiation Of the Sun) では、宇宙空間で帆を広げ、太陽の光を受けて加速・航行すること、さらに、帆の一部に貼り付けた薄膜太陽電池で発電できることを世界で初めて実証します。

A Solar Sail converts sunlight as a propulsion by means of a large membrane while a Solar "Power" Sail gets electricity from thin film solar cells on the membrane in addition to acceleration by solar radiation. What's more, if the ion-propulsion engines with high specific impulse are driven by such solar cells, it can become a "hybrid" engine that is combined with photon acceleration to realize fuel-effective and flexible missions.

JAXA is studying two missions to evaluate the performance of the solar power sails.

The project name for the first mission is IKAROS (Interplanetary Kite-craft Accelerated by Radiation Of the Sun). This craft was launched on May 21, 2010 together with the Venus Climate Orbiter, AKATSUKI. This is the world's first solar powered sail craft employing both photon propulsion and thin film solar power generation during its interplanetary cruise.

# 太陽の力で推進する宇宙ヨット

Space yacht accelerated by radiation of the sun

## IKAROSのミッション

IKAROSは、H-IIAロケットで種子島宇宙センターから打ち上げられ、惑星間軌道上面で太陽指向でスピン分離しました。数週間後には膜面の展開に成功し、薄膜太陽電池による太陽光発電を実現しました(ミニマムサクセスレベル)。2つの分離カメラでIKAROS全体の撮影も実施しました。膜面展開後、半年間でソーラーセイルによる加速・減速を確認し、膜面の方向を調整して軌道制御を実施します(フルサクセスレベル)。

## IKAROS's mission

IKAROS was launched from the Tanegashima Space Center using the H-IIA. It deployed the membrane successfully and generated solar power by means of thin film solar cells (minimum success level) within a few weeks. Two separation cameras took images of the deployed solar sail of IKAROS. Acceleration and navigation using the solar sail will then be demonstrated (full success level) within half a year.

## IKAROSの膜面

IKAROSの膜面は差し渡し20mの正方形で厚さはわずか0.0075mmのポリイミド樹脂です。膜面には、薄膜太陽電池だけでなく、姿勢制御デバイスや理学観測用センサーも搭載され、さまざまな試験・観測を行います。

## IKAROS's membrane

The shape of the membrane is square, with a diagonal distance of 20m. It is made of polyimide a mere 0.0075mm thick. In addition to the thin film solar cells, the steering devices and dust-counter sensors are fitted to the membrane.

## 膜面の展開

膜面をスピンさせて、その遠心力によって膜面を展開し、展張状態を維持します。膜面先端には、おもりが取り付けられていて、膜面の展開・展張をサポートします。展開は二段階に分けられ、本体側面に搭載された展開機構によって一段階目は準静的に、二段階目は動的に展開します。この展開方式は、ブーム等の支柱を用いないため比較的軽量で、膜面が大型化しても適用することが可能です。

## Membrane deployment

The membrane is deployed, and kept flat, by its spinning motion. Four masses are attached to the four tips of the membrane in order to facilitate deployment. Deployment is in two stages. During the first stage, the membrane is deployed statically, and during the second stage, dynamically. This deployment method can be realized with simpler and lighter mechanisms than conventional mast or boom types as it does not require rigid structural elements.

## 今後の計画

2010年代後半に計画されているソーラー電力セイル探査機では、高性能イオンエンジンを搭載します。直径50m級の膜面による光子加速と組み合わせて、木星およびトロヤ群小惑星を探索します。

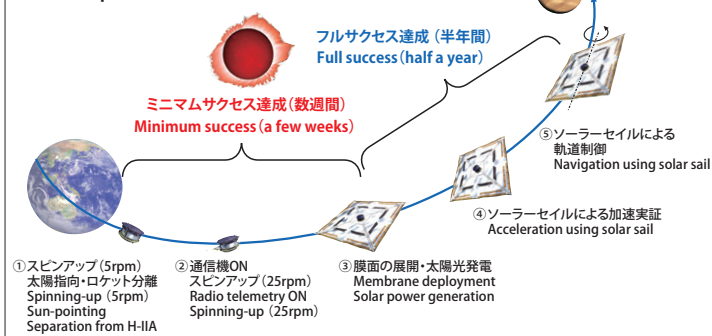
ソーラーセイルについては、世界中でミッションを検討中ですが、日本が先行して実施し、太陽系大航海時代を先導します。また、薄膜太陽電池については、宇宙太陽光発電の電池開発の先駆けであり、商業利用や地球環境に貢献します。

## Next plans

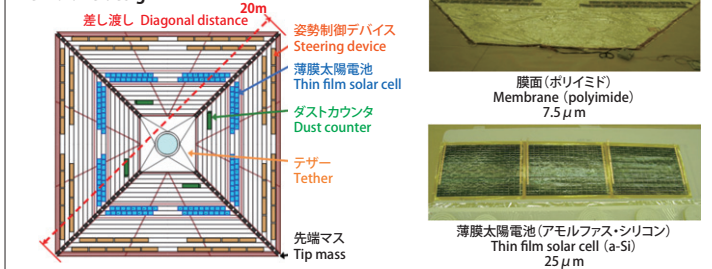
The second mission will take place in the late 2010s. It will involve a large-sized solar power sail with a diameter of 50m, and will have integrated ion-propulsion engines. The destinations of the spacecraft will be Jupiter and the Trojan asteroids.

Solar sail missions are also being studied in the world. JAXA will lead future solar system exploration using solar power sails. Our missions will lead to lower cost in the solar cells market, whose growth is a key factor for global warming prevention. Those low-cost solar cells are also the foundation of future solar power satellite systems.

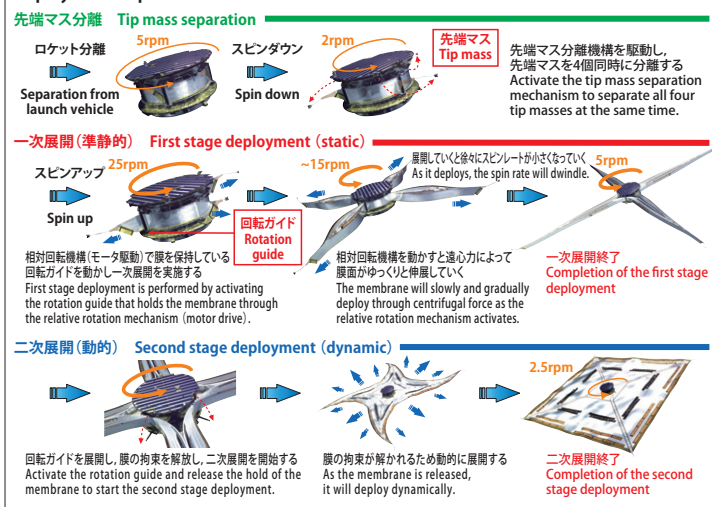
## ミッションシーケンス Mission sequence



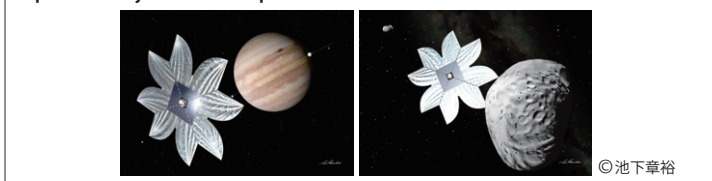
## 膜面形状・配置 Membrane design



## 展開手順・機構 Deployment sequence and mechanism



## 木星・トロヤ群小惑星探査計画 Jupiter and Trojan asteroids exploration mission



(日本語 Japanese)

[http://www.jspec.jaxa.jp/ikaros\\_channel/](http://www.jspec.jaxa.jp/ikaros_channel/)  
<http://www.jspec.jaxa.jp/activity/ikaros.html>

(英語 English)

[http://www.jspec.jaxa.jp/ikaros\\_channel/e/](http://www.jspec.jaxa.jp/ikaros_channel/e/)  
<http://www.jspec.jaxa.jp/e/activity/ikaros.html>



宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト

JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス

JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail/>

月・惑星探査プログラムグループウェブサイト

Lunar and Planetary Exploration Program Group Website

<http://www.jspec.jaxa.jp/>

リサイクル適性(A)

この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

再生紙を使用しています  
JSF1402

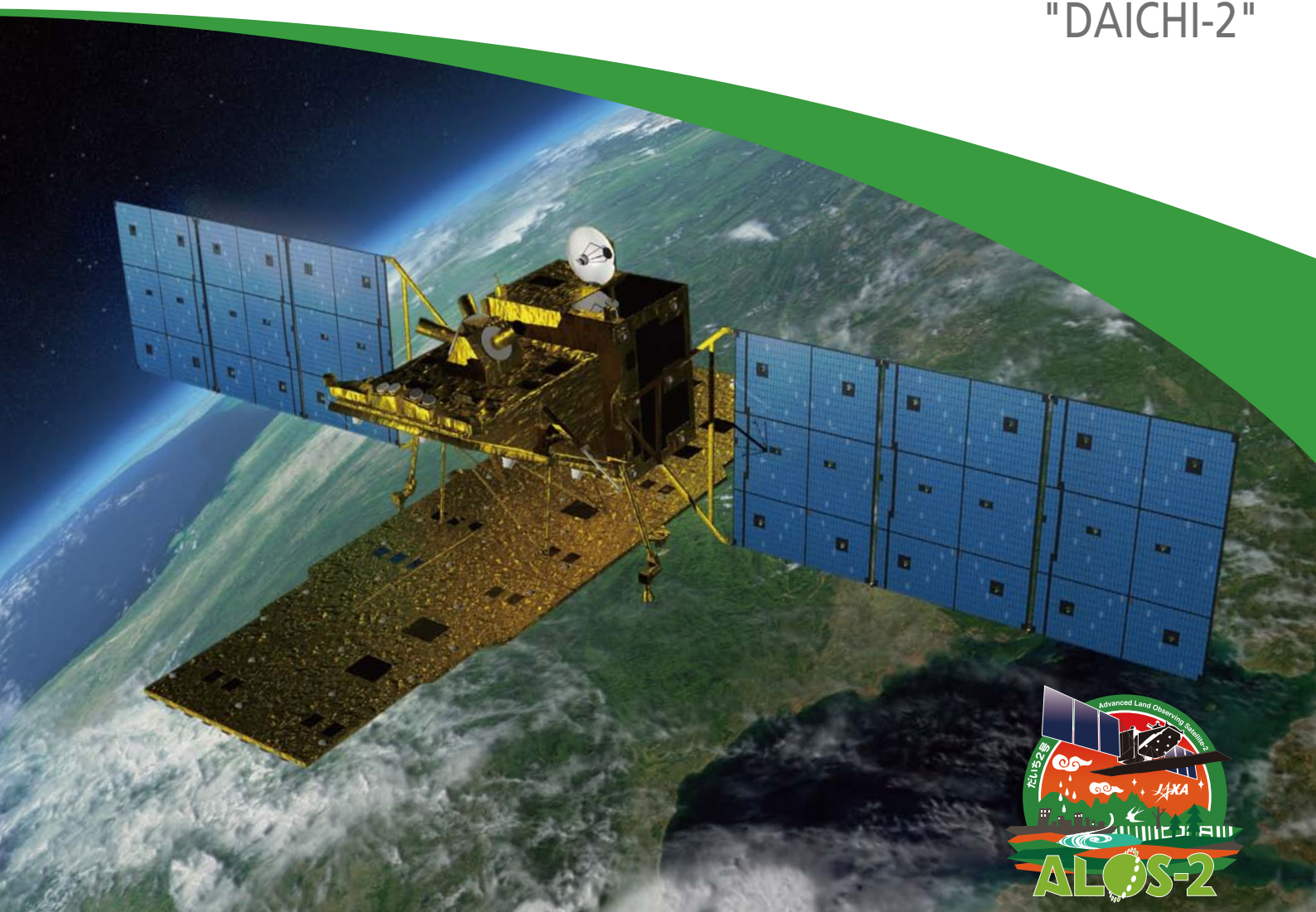




# 陸域観測技術衛星2号「だいち2号」

## ALOS-2: The Advanced Land Observing Satellite-2

### "DAICHI-2"



大地は、地震、洪水、火山噴火、土砂崩れといった自然現象から人間の手による自然破壊まで、さまざまな原因により私たちの足下で日々動き、変化しています。

そのように日々変化する大地の上で、私たちと地球自身とともに健やかに暮らし続けていくためには、地球がいまどんな状態にあるのかを知っておく必要があります。それは私たちの身体に健康診断が必要なのと同じです。

「だいち2号」(ALOS-2)は、観測機器として、高性能マイクロ波センサ「Lバンド合成開口レーダ(PALSAR-2)」を搭載し大地を「精密検査」します。

合成開口レーダ(SAR)は昼夜や天候によらず観測できるのが特徴で、特にLバンドという帯域の電波を使ったこのレーダは、地殻変動や、森林や植物の状態などを捉えることを得意とします。「だいち2号」が宇宙から「精密検査」できる対象はさまざまです。災害時に被災した地域の情報を把握し、また、私たちと地球にとって生命線とも言える森林の健康状態もチェックしてくれるのです。海上の船舶の安全を見守ったり、農業の発展を支援したりと、その可能性はまだ大きく広がっています。

The land underneath our feet is constantly changing, even now, because of natural phenomena such as earthquakes, floods, volcanic activity, and landslides and the manmade destruction of nature.

On such a changing Earth, we hope to live as safely as possible. To do so, we need to understand the current conditions of Earth. This is the same as humans having regular checkups to maintain our wellbeing.

DAICHI-2 (ALOS-2) is equipped with the Panchromatic L-band Synthetic Aperture Radar (PALSAR-2) as an observation device for detailed examination of the land.

A Synthetic Aperture Radar (SAR) has the special feature of being able to make observations regardless of the time (day and night) and weather. With the L-band radar, the PALSAR-2 has an advantage in capturing land deformation and forest and vegetation conditions. ALOS-2 can examine various targets in detail from space. It can grasp the conditions of a disaster-stricken area and examine the health of forests, which are a lifeline for us and Earth. ALOS-2 can also help with safe navigation of ships and agricultural development. It has a wide range of applications.

# 大地にも、精密検査が必要だ。

## The Earth needs a health checkup

「だいち2号」の目的は、国内・海外で大規模な自然災害が発生した場合、被災地の画像を広い範囲かつ昼夜天候を問わず詳細に観測し、そのデータを迅速に取得・処理・配信するシステムを構築することで、国及び自治体などの防災活動、災害対応に役立てること、また、道路や線路、橋といった都市のインフラを継続的にモニタリングする、農業を把握する、森林を観測するといった衛星の運用の大部分を占める平常時のニーズにも対応した多様な分野における衛星データの利用拡大を図ることとしています。

ALOS-2 has two objectives: 1) to contribute to disaster management activities of the central and local governments in Japan and foreign countries by observing the disaster-stricken area widely in detail, regardless of the time (day and night) or weather, and establishing a system to quickly obtain, process, and share observation data; and, 2) to promote data utilization in various fields with constant observation data to meet user needs such as monitoring social infrastructure (e.g. roads, railroad tracks, and bridges), understanding agricultural conditions, and observing forests.

### ① ALOS-2の災害対策

国内・海外で地震、洪水などの大規模な自然災害が発生した時、「だいち2号」は日本においては概ね12時間以内、アジア地域においては概ね24時間以内に被災地の画像を撮影し、国及び自治体による被害状況や二次災害の危険状況の把握に役立てます。

また、地震や火山活動に関係する地殻変動について、広範囲のデータを継続して取得し、cm単位の精度で検出します。地殻変動の予測・監視に貢献します。

#### ① ALOS-2 in disaster situation

If a large-scale disaster such as an earthquake or flood occurs in Japan or a foreign country, ALOS-2 can acquire observation images of the damaged area within 12 hours for Japan or 24 hours for other Asian countries. These images are used by the central and local governments to grasp the damage conditions, and the possibility of a secondary disaster. ALOS-2 also constantly acquires data to detect land deformation over a wide area with centimeter-scale accuracy in order to predict earthquakes and volcanic activities.



2013年10月の台風26号の大雨による大規模な土砂崩れの跡は、約8ヶ月経過した現在でも明確に見られます。(図中赤丸内の暗く見える場所)植生が十分に回復していないと考えられます。

A large-scale landslide caused by heavy rain from Typhoon No.26 in October 2013 can be clearly seen even now, about 8 months after the event (dark area in red circle in image). The vegetation does not yet seem to have fully recovered.

「だいち2号」搭載PALSAR-2による伊豆大島の観測画像

Observation image of Izu Oshima island taken by PALSAR-2 aboard ALOS-2

### ② ALOS-2観測データを活用した事業

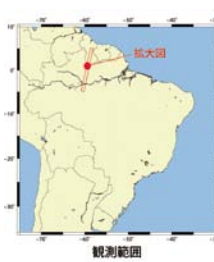
「だいち2号」の観測データは宇宙から広い範囲の様子を継続的に観測できるメリットを活かして、様々な分野でソリューションを生み出しています。

地殻変動が橋やダムのような都市を支えるインフラに与える影響を捉える、東南アジアやブラジル等の熱帯雨林地帯における森林の違法伐採を監視する、水稻などの農作物作付け状況を効率的に把握する、といった多目的での利用が期待されています。

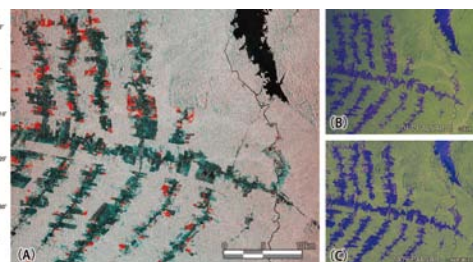
#### ② Businesses using ALOS-2 observation data

With the advantage of being able to constantly observe a wide area from space, ALOS-2 can provide observation data to produce solutions in various fields.

ALOS-2 is expected to be used for various purposes, including understanding the effect of land deformation on social infrastructure such as bridges and dams, monitoring illegal deforestation in tropical rainforest regions such as Southeast Asia and Brazil, and efficiently determining the state of planted crops such as in paddy fields.



観測範囲

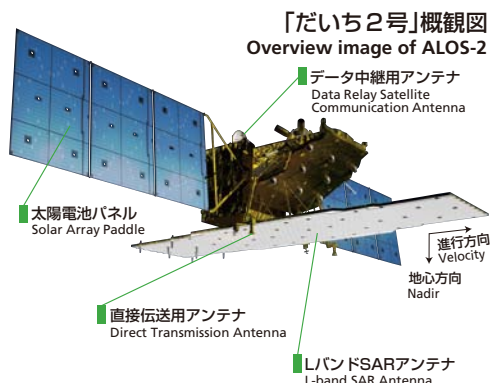


「だいち2号」搭載PALSAR-2が捉えたアマゾンの森林減少

Decreased forest in the Amazon observed by PALSAR-2 aboard ALOS-2

観測モード	Observation mode		
	スポットライト Spotlight	分解能: 1~3m Resolution	観測幅: 25km Swath
	高分解能 Strip map	分解能: 3m~10m Resolution	観測幅: 50km or 70km Swath
	広域観測 Scan SAR	分解能: 100m Resolution	観測幅: 350km or 490km Swath
設計寿命 Design life		5年(7年目標) 5 years (Target: 7 years)	
質量 Mass		約2トン Approx. 2t	

軌道	Orbit	
	種類 Type	太陽同期準回帰軌道 Sun-synchronous sub-recurrent orbit
	高度 Altitude	628km
	降交点地方太陽時 Local Sun time at Descending Node	12:00(正午) (noon)
	回帰日数 Revisit time	14日 14 days



「だいち2号」概観図  
Overview image of ALOS-2



リサイクル適性(A)

この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

再生紙を使用しています  
JSF150210T



宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

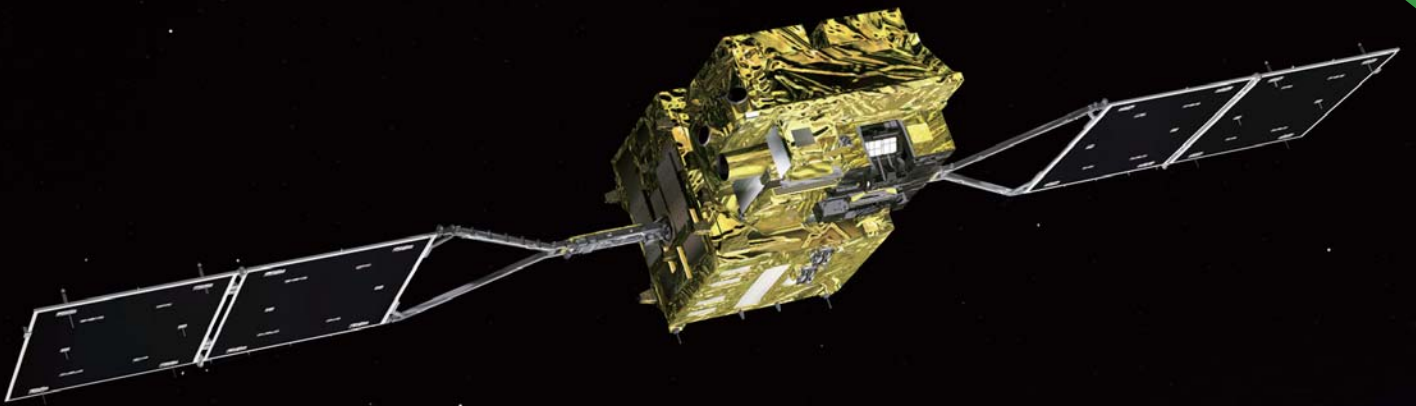
JAXAウェブサイト(日本語)  
<http://www.jaxa.jp/>

JAXA Website (English)  
<http://global.jaxa.jp/>



# 気候変動観測衛星:GCOM-C

## GCOM-C:Global Change Observation Mission-Climate



地球環境変動観測ミッションGCOM(Global Change Observation Mission)は、宇宙から地球の環境変動を長期間にわたって、グローバルに観測することを目的としたプロジェクトです。

GCOMは、地球の水循環と気候変動を観測する、いわば宇宙から地球を健康診断する役割を持っています。GCOMには水循環変動観測衛星(GCOM-W)と気候変動観測衛星(GCOM-C)という2つのシリーズがあります。多波長光学放射計(SGLI)を搭載するGCOM-Cは、雲、エアロゾル(大気中のちり)、海色、植生、雪氷などを観測します。また、マイクロ波放射計(AMSR2)を搭載するGCOM-Wは、降水量、水蒸気量、海洋上の風速や水温、土壌の水分量、積雪の深さなどを観測します。

GCOMは、大気、海洋、陸、雪氷といった地球全体を長期間(10～15年)観測することによって、水循環や気候変動の監視とそのメカニズムを解明することが期待されています。

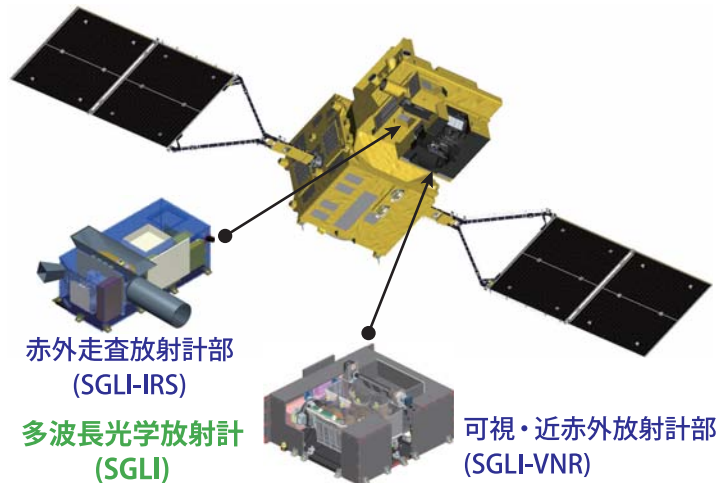
The purpose of the GCOM (Global Change Observation Mission) project is the global, long-term observation of the Earth's environment. GCOM is expected to play an important role in monitoring both global water circulation and climate change, and examining the health of Earth from space.

GCOM consists of two satellite series, the GCOM-W and GCOM-C. The GCOM-C, carrying a SGLI (Second generation Global Imager), conducts surface and atmospheric measurements related to the carbon cycle and radiation budget, such as clouds, aerosols, ocean color, vegetation, and snow and ice. The GCOM-W, carrying an AMSR2 (Advanced Microwave Scanning Radiometer2), observes water-related phenomena including precipitation, water vapor, sea surface wind speed, sea surface temperature, soil moisture, and snow depth. Global and long-term observations (10-15 years) by GCOM will contribute to an understanding of water circulation mechanisms and climate change.

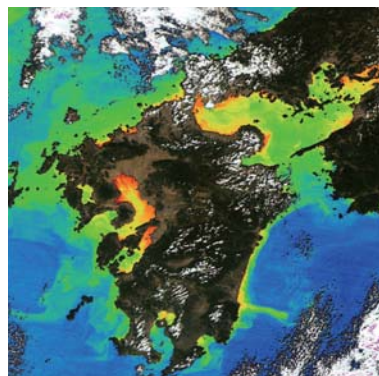
# 気候変動の将来を予測する

Forecasting future global climate

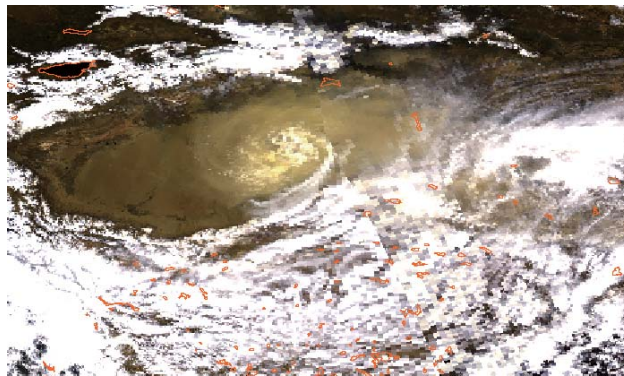
GCOM-Cに搭載される多波長光学放射計(SGLI)は、近紫外から熱赤外域(380nm~12μm)の複数の波長域で観測を行う光学センサです。赤色と近赤外の波長では、衛星進行方向の前方あるいは後方の偏光観測を行う機能も持っています。SGLIは高度約800kmの上空から250m~1kmの解像度で、全地球を2~3日に1回程度の頻度で観測します。



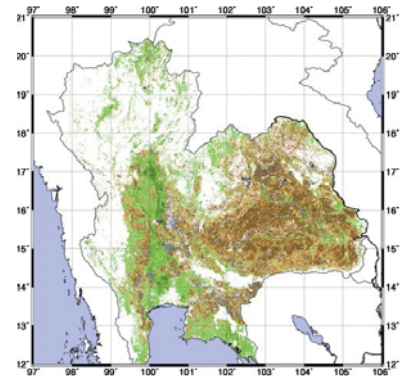
SGLIは、大気中に浮遊して日射を和らげているエアロゾル(ちり)や雲、二酸化炭素を吸収する陸上植物や海洋プランクトンなどの分布を長期間にわたり観測します。これにより地球の熱の出入りや生態系の分布が温暖化に伴ってどのように変化していくのか、その仕組みを理解し、将来の気候変動を予測する数値モデルの改良に役立てられます。また、SGLIが観測する植物プランクトンは漁場推定に、エアロゾルは黄砂の飛来状況監視に、そして植物活性度は作物生育状況・収量推定に役立てることができます。



九州沿岸のクロロフィル-aの濃度分布  
Chlorophyll-a around Kyushu



タクラマカン沙漠で発達するダストストーム(4日後に日本に飛来)  
Dust storm occurred in the Taklamakan desert



タイ耕作地の植物活性度分布  
Vegetation activity in Thailand

The Second generation GLobal Imager (SGLI) on GCOM-C is an optical sensor capable of multi-channel observation at wavelengths from near-UV to thermal infrared wavelengths (380nm to 12μm). SGLI also has polarimetry and forward / backward observation functions at red and near infrared wavelengths. SGLI obtains global observation data once every 2 or 3 days, with resolutions of 250m to 1km.

設計寿命 (Design Life)	5年(5years)
電力/質量 (Power/Mass)	約4kw/約2000kg
高度/傾斜角 (Altitude/Inclination)	798km/98.6度(98.6deg)
降交点通過地方太陽時 (Local sun time at descending node)	10時30分 ±15分 (10:30±15min)
SGLI概要 (SGLI Characteristics)	380nm~12μm (19band) 250m~1km分解能(Resolution) 1150~1400km観測幅(Swath Width)

The SGLI observations will improve our understanding of climate change mechanisms through long-term monitoring of aerosols and clouds, as well as vegetation and temperatures, in the land and ocean regions. These observations will also contribute to enhancing the prediction accuracy of future environmental changes by improving sub-processes in numerical climate models. SGLI-derived phytoplankton, aerosol, and vegetation activity are also used for mapping fisheries, monitoring the transport of yellow dust, and monitoring crop growth and estimating crop yield.

(日本語 Japanese)

[http://www.jaxa.jp/projects/sat/gcom\\_c/](http://www.jaxa.jp/projects/sat/gcom_c/)

(英語 English)

[http://www.jaxa.jp/projects/sat/gcom\\_c/index\\_e.html](http://www.jaxa.jp/projects/sat/gcom_c/index_e.html)



リサイクル適性(A)

この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

再生紙を使用しています  
JSF1508



宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト

JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

第一宇宙技術部門ウェブサイト

Space Technology Directorate I

<http://www.satnavi.jaxa.jp/>



# X線天文衛星「ひとみ」

## ASTRO-H: X-ray Astronomy Satellite "Hitomi"



数百万度から数億度に達する信じがたいほど熱い天体や、激しく活発な活動をしている天体は、目には見えないX線やガンマ線で輝いています。宇宙の物質の8割以上は、X線でなければ観測できないと考えられています。日本は「X線天文学」の黎明期からこの分野で、世界をリードしてきました。

「ひとみ」(ASTRO-H)は、日本が開発している大型科学衛星で、日本のX線衛星としては6番目、現在活躍している「すざく」の後継機となります。

「ひとみ」は、世界最先端の観測装置を搭載し、80億光年先までもの遠方(過去)をこれまでの衛星を遥かに凌駕する能力で観測します。そして、銀河団の中に渦巻く、X線でしか観測できない数千万度の高温ガスの激しい動きの直接測定や、今までは感度が足りなくて観測できなかった生まれたての銀河の中心にある巨大ブラックホールなどの観測を行い、宇宙がどのように進化して、今ある宇宙になったのかの謎に迫るのです。

X-rays are formed by invisible light which is emitted by materials at incredibly high temperatures ranging from one to hundreds of millions degrees Kelvin, or from other energetic, exotic objects. More than 80% of matter accessible to us is only seen via X-rays. Japan has played a leading role in the field since the dawn of X-ray astronomy, and continues to do so.

Leading the way in X-ray astronomy, the "Hitomi" (ASTRO-H) is the 6th Japanese-led X-ray observatory, and the successor to the Suzaku satellite which is currently in space.

The latest instruments are being developed through international collaboration, and will enable the first accurate measurements of the dynamics of super-hot gases in clusters of galaxies, and of material around black holes. We will discover numerous super-massive black holes in the center of new-born galaxies up to 8 billion light years away, and will be able to trace how these galaxies and their black holes evolved into the ones we see in the Universe around us today.

# 熱い宇宙の中を観る 新世代のX線天文衛星

Insight into the Hot Universe —The new generation X-ray astronomy satellite

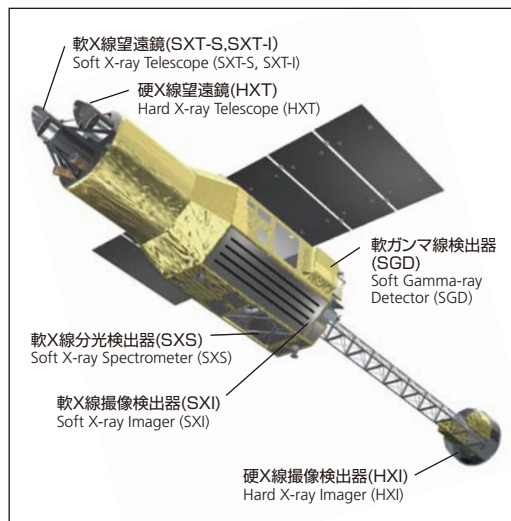


## X線天文衛星「ひとみ」の挑戦

「ひとみ」は、数々の革新的な技術に支えられ、X線からガンマ線におよぶ非常に広い波長域において、かつてないほどの高い感度での観測を行います。軟X線分光検出器(SXS)には、50mKという極低温で動作する素子を使い、X線光子のエネルギーを熱に変えることで従来の10倍以上の精度でその値を測定します。硬X線望遠鏡(HXT)は、焦点面におかれた硬X線撮像検出器(HXI)と組み合わせることで、世界で初めて硬X線の集光撮像観測を実現します。軟X線撮像検出器(SXI)は日本で開発された大面積CCDを用い、広視野での高感度観測を行います。軟ガンマ線検出器(SGD)は、「狭視野半導体コンプトンカメラ」という名前の、この帯域での観測手法を一変させる技術で作られ、世界最高感度の軟ガンマ線観測を目指します。こうした「ひとみ」で目指す新技術への挑戦は、日本が行ってきたX線天文衛星開発の歴史と伝統の上にならなっています。

## Challenges facing X-ray astronomy satellite Hitomi

Hitomi enables high sensitivity observations of celestial sources across a wide energy range, from X-rays to gamma-rays, bands presenting considerable technical challenges. The satellite features cutting-edge instruments; SXS, operated at only 50 mK, is capable of measuring, with unprecedented accuracy, the energy of incoming X-rays. It measures temperature changes in a sensor resulting from absorption of X-ray photons. HXI, operating in the focusing of a Hard X-ray Telescope, will produce the first ever images of the high-energy X-ray universe. SXI, featuring domestically produced X-ray CCDs, will enable us to make wide field X-ray images of the sky with ultra-low noise. The narrow-view semi-conductor Compton camera, SGD, revitalizes the field of gamma-ray observations by featuring the greatest sensitivity in this band. The Japanese heritage of successful previous satellites will provide a basis for meeting these challenges.



## 「ひとみ」の目指すサイエンス

「ひとみ」は宇宙で起こっている様々な激しい現象の謎を解き明かします。星が死ぬときの大爆発、銀河の中心にある超巨大ブラックホール、宇宙のほとんどを占める暗黒物質、…。そのうちごく一部をご紹介します。

## Scientific objectives of Hitomi

Hitomi will solve many outstanding questions regarding our understanding of the violent universe, including the explosion of stars, the origins of gigantic black holes in the centers of galaxies, and the nature of dark matter as a main component of our universe. Here we can only introduce a few aspects of our overall goal.

## ■ 宇宙最大の構造: 銀河団の形成と進化

「ひとみ」では、宇宙最大の天体である銀河団を満たし、X線でしか観測ができない高温ガスの速度を精密に測ることで、その運動を明らかにします。そして、銀河団のエネルギーと銀河や高温ガスのダイナミックな姿を描き出します。これは宇宙の歴史の中で銀河団という巨大な構造がどうやってできたのか、そしてどのように進化してきたかの謎を解く事につながります。



銀河団と大量の見えないガス  
Gas in a cluster of galaxy

## ■ The formation and evolution of clusters of galaxies, the largest structures in the universe

For the first time, accurate observations using Hitomi can measure the dynamics of the hot gases filling clusters of galaxies, the largest structures in the Universe. The precise study of the dynamic state of this hot gas - invisible to the human eye - will reveal details of the formation and evolution of these large-scale structures in the expanding Universe.

## ■ ブラックホールと時空の歪み

「ひとみ」は、ブラックホールのごく近くの極めて強い重力の下で、どのように時間・空間がねじ曲げられているかを探ります。「ひとみ」の先端観測装置を駆使して行われる観測は、アインシュタインの相対性理論を検証する新しい手段なのです。

## ■ Black holes and curvatures of space and time

Hitomi will allow measurements of the curvature of space time. This is space time warped in close proximity to spinning black holes, something no-one has ever seen. The high precision observations of Hitomi will enable us to glimpse this for the first time. These observations are expected to lead to new ways of verifying Einstein's theory of general relativity.



ガスに包まれた巨大ブラックホール  
Super-massive black hole hidden by gas

## 日本が主導するX線天文学の旗艦ミッション

「ひとみ」は、JAXAやNASAをはじめ、国内外の大学、研究機関から250名を超える研究者が参加して開発されたX線天文学の旗艦ミッションです。

## A flagship X-ray astronomy mission led by the Japanese initiative

The Hitomi is a flagship X-ray astronomy mission developed through the participation of over 250 researchers from universities and research institutions around the world.

(日本語 Japanese)

<http://astro-h.isas.jaxa.jp/>

(英語 English)

<http://astro-h.isas.jaxa.jp/en/>



この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

再生紙を使用しています  
JSF1603



国立研究開発法人  
宇宙航空研究開発機構  
広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト(日本語)  
<http://www.jaxa.jp/>

JAXA Website (English)  
<http://global.jaxa.jp/>



# 小型実証衛星4型(SDS-4)

## SDS-4: Small Demonstration Satellite-4



JAXAでは機器・部品などの新規技術を事前に宇宙で実証し、成熟度の高い技術を利用衛星や科学衛星に提供することを目的として小型実証衛星（SDS：Small Demonstration Satellite）プログラムを進めています。小型実証衛星は大型衛星に比べて低コストかつ短い期間で開発できるため、様々な技術の軌道上実証・実験をタイムリーに進めることができます。また、この小型実証衛星の設計から運用までの一連の業務を短期間・低コストで実現するために、若手職員自らが主体となってインハウスで行っています。このインハウス開発のプロセスを人材育成の場としても活用しています。

初号機である100kg級の小型実証衛星1型（SDS-1）は、2009年1月23日に打ち上げられました。SDS-4プロジェクトでは、H-IIAロケットの標準の相乗り小型衛星サイズである50kg級の小型衛星を開発し、さらなる短期・低コストでミッションを実現するソリューションを提供します。

SDS-4は、第一期水循環変動観測衛星「しずく」（GCOM-W1）の相乗り小型副衛星として、2012年5月18日に打ち上げられました。

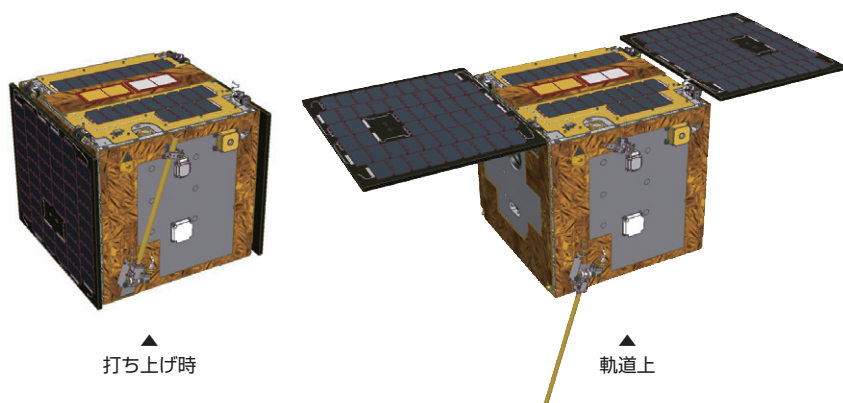
JAXA is carrying forward the Small Demonstration Satellite (SDS) program to demonstrate new technologies covering everything from components to system engineering in the real space environment in advance, and provides highly reliability technology to larger satellites including various scientific research satellites. Small Demonstration Satellites can be developed in a shorter period of time at a lower cost than those required for large satellites. This is quite useful, as it allows aerospace researchers to demonstrate and experiment with various technologies in orbit within short time frames. System design, integration and testing of the SDS program are being exercised in-house by JAXA researchers with their own initiative. These activities contribute to improving system engineering skills and other abilities of young engineers.

The first satellite in this program 100 kilogram class Small Demonstration Satellite-1 (SDS-1), was launched on January 23, 2009. In the SDS-4 project, a 50 kg-class small satellite has been developed as the standard model for a piggy-back system on the H-IIA Launch Vehicle in order to provide the solution to realize missions in a much shorter term and at a lower cost.

As a small satellite engaged in the piggy-back ride with the Global Change Observation Satellite, First Mission - Water (GCOM-W1) nicknamed "Shizuku" (meaning a water drop), SDS-4 was launched on May 18, 2012.

# 短期・低コスト開発の小型衛星で、新技術の軌道上データを蓄積

Quickly developed low-cost small satellite to accumulate in-orbit data for new technologies



質量 / Mass	約50kg / Approx. 50 kg
サイズ / Dimensions	50×50×50 cm
姿勢制御 Attitude control	三軸ゼロモーメント / 3-axis zero-momentum stabilization 太陽指向(定常時) / Sun pointing mode (for nominal operation) 地球指向(実験時) / Earth pointing mode (for experiments)
発生電力 Spacecraft power generation	約120 W / Approx. 120 W (太陽電池パネル2枚展開) / 2 solar array panels deployed)
通信 Communications	Sバンド / S band コマンド / Command: 4 kbps HKテレメトリ / Housekeeping (HK) telemetry: 16 kbps ミッションテレメトリ / Mission telemetry: 1 Mbps
軌道 / Orbit	高度677 km / At an altitude of 677 km
打上げ / Launching	GCOM-W1相乗り / Piggy-back ride with GCOM-W1 satellite

## SDS-4プロジェクトでは、下記の4つのミッションを実現します。

SDS-4 Project will achieve the following four missions:

### 衛星搭載船舶自動識別実験 [SPAISE]

#### Space-based AIS (Automatic Identification System) Experiment

船舶に搭載されている船舶自動識別装置 (AIS) は、船名、MMSIコード、船種、位置、針路、速度、目的地、積載物等を周辺船舶や陸上局に向け自動的に送信します。このAIS信号を衛星軌道上で受信することにより、全球における船舶の航行情報を得ることができます。本実験においては、衛星搭載用のAIS受信システムの機能性能の確認、及び、軌道上の混信状況の評価を行い、将来システムの構成やAIS信号受信性能向上のための知見を獲得します。

Marine-installed Automatic Identification Systems (AIS) automatically transmit normally vessel name, Maritime Mobile Service Identity (MMSI) codes, vessel type, vessel location, course, speed, destination and cargo type to neighboring vessels and land stations. Receiving these AIS signals allows the observers concerned to obtain navigation information of vessels on the entire globe. The SDS-4 verifies the performance of space-based AIS receiving functions and evaluates the interference conditions based on measured data, and thus accumulates information and knowledge that are useful for configuring future systems and improving the AIS signal receiving performance.



衛星AISを組み合わせた宇宙海洋連携の将来構想  
Future concept of space-marine collaboration by combining satellite AIS units

### 平板型ヒートパイプの軌道上性能評価 [FOX]

#### Flat-plate heat pipe on-orbit experiment

平板型ヒートパイプ (FHP) を用いて軌道上の特性評価を行い、地上試験や理論モデルとの比較評価を行うことで、FHPの実用化に向けたデータ取得を実施します。

To obtain data required for commercialization of flat-plate heat pipes (FHP) by conducting the in-orbit characteristics evaluation of FHPs and comparing the results with those obtained from ground tests and with those determined by theoretical modeling.

### THERMEを用いた熱制御材実証実験 [IST]

#### In-flight experiment of space materials using THERME

熱制御材 (フィルム、塗料) の太陽光吸収率 ( $\alpha_s$ ) の軌道上劣化データを、CNES (フランス国立宇宙研究センター) 開発品「THERME」を用いて取得します。ISTは、CNESとJAXAが協力して実施します。

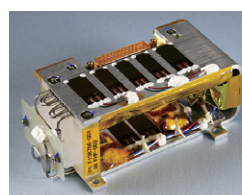
By using the "THERME" developed by the Centre National d'Etudes Spaciales (CNES), the in-orbit degradation data on the solar absorptance ( $\alpha_s$ ) of heat control materials (films and coatings) will be obtained. The IST project will be carried out by the collaboration of CNES and JAXA.

### 水晶共振式微小天秤 [QCM]

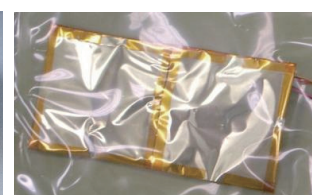
#### Quartz Crystal Microbalance

宇宙機の組み立て・輸送・射点作業・軌道運用のすべてのフェーズで一貫したコンタミネーション (ガスや粒子等による衛星表面の汚染) の計測を行い、国産・安価で搭載性の良いQCMの作動実績を得ます。

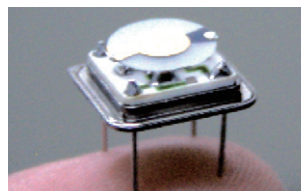
Contaminations (due to gasses and particles on satellite surface) will be measured with a consistent approach throughout the phases of space craft assembling, transportation, launch complex operation, in-orbit operation to achieve the functional performance of domestically manufactured, low-cost QCM with favorable boarding capacity.



FOX Flight Model



THERME Flight Model



水晶共振式微小天秤 (QCM) センサ部  
Quartz Crystal Microbalance (QCM) Sensor



QCMフライトモデル  
QCM Flight Model



### 宇宙航空研究開発機構

#### 広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city, 4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008, Japan  
Phone: +81-3-5289-3650 Fax: +81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト

JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス

JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail>

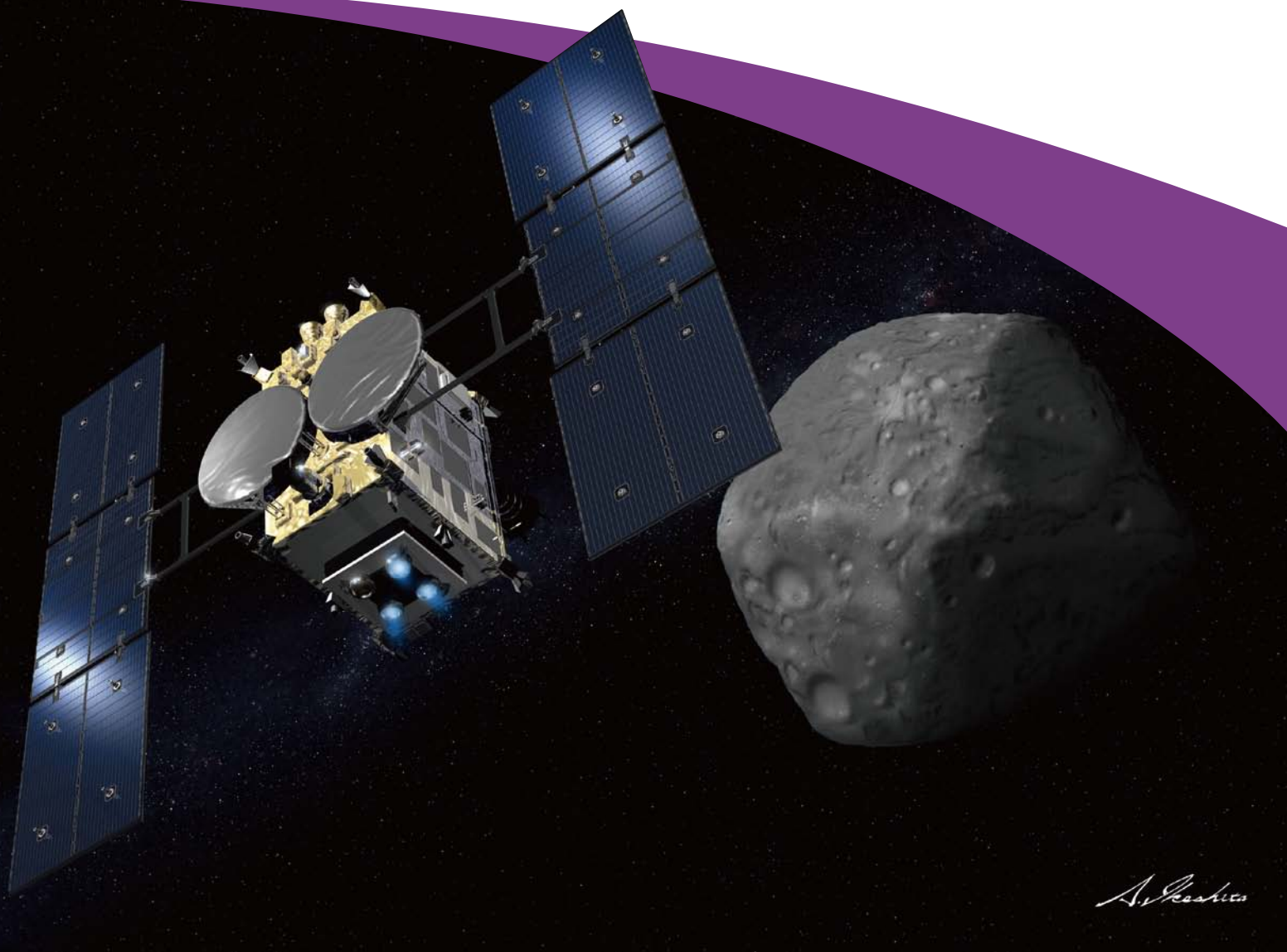


再生紙を使用しています  
JSF1402



# 小惑星探査機「はやぶさ2」

## Asteroid Explorer Hayabusa2



小惑星探査機「はやぶさ2」(Hayabusa2)は、「はやぶさ」(MUSES-C)の後継機です。その目的は、C型の小惑星を探索し、サンプルを持ち帰ることです。C型小惑星には、その構成物質に有機物や水が含まれていると考えられています。地球誕生の謎に加えて、海の水の起源や生命の原材料となった有機物の起源を探る、それが「はやぶさ2」が目指していることなのです。

多くの“世界初”に挑戦したミッションが「はやぶさ」ですが、「はやぶさ2」では、「はやぶさ」の経験を活かして小惑星探査技術をより確実なものにすることを目指します。それと同時に、人工クレータの生成、深宇宙での高速通信、新規の観測装置など、新しい技術にも挑戦します。

「はやぶさ2」はH-IIAロケット26号機に搭載され、2014年12月3日に種子島宇宙センターから打ち上げられました。現在の計画では小惑星到着が2018年、地球に帰還するのが2020年の予定です。

The Asteroid Explorer Hayabusa2 is the successor to Hayabusa (MUSES-C). Its mission is to explore one of the C-type asteroids in the universe, retrieve materials and bring them to Earth. The rock of C-type asteroids is considered to contain organic matter and water. Hayabusa2 explores the mystery of the origin of the sea water and the life on the earth in addition to the mystery of the earth's formation.

While Hayabusa has recorded a number of world's first achievements, Hayabusa2 is aimed at enhancing the reliability of asteroid exploration technologies. At the same time, Hayabusa2 will challenge to obtain new technologies such as creation of artificial craters, high-speed communications in deep space, and new observation instruments.

Hayabusa2 was launched on December 3, 2014 aboard H-IIA Launch Vehicle No. 26 from Tanegashima Space Center. In the current plan, Hayabusa2 will reach the asteroid in 2018 and return to Earth in 2020.

# 挑戦が力を生み、継続が力を深める。

力を生み、続け広げることとは簡単なことではありません。しかし、続けることでさまざまな「力」が深まります。技術、競争、信頼、探究…そして日本らしさ、これらは全て“自身の底力”に。

## 「はやぶさ2」を通じて日本独自の宇宙探査技術をさらに発展

日本は、“世界初の小惑星からのサンプルリターン”に挑戦した「はやぶさ」や小型ソーラー電力セイル実証機(IKAROS)など、日本らしい宇宙探査ミッションの実績を重ねています。「はやぶさ2」では、これらで得た日本独自の深宇宙探査技術をより確実なものに仕上げ、さらに小惑星に人工的なクレータを作る衝突装置など新たな技術獲得への挑戦も加え、日本が世界をリードする宇宙探査分野のフロンティアであり続けることを目指します。

「はやぶさ2」の基本構造は「はやぶさ」とほぼ同じですが、「はやぶさ」以降に進化・発展した技術も導入しています。「はやぶさ」などでの不具合とその経験を基に、探査機の信頼性、耐久性を向上させるだけでなく、遠く離れた小惑星での着陸・試料採取を確実にするために、探査機自ら考え制御する技術と地上機能(人の総合的判断による遠隔操作)を組み合わせた自動・自律システムを発展強化しています。この技術はまさに“日本が得意とする探査技術の一つ”でもあります。

このほか「はやぶさ2」には小惑星表面の詳細な観測を行うために国際協力によりドイツ・フランスから提供された小型の着陸機(MASCOT)と日本の小型ローバ(MINERVA-II、「はやぶさ」に搭載された“ミネルバ”の発展形)が搭載されています。

## Advancing Japan's unique space exploration technology through Hayabusa2

Japan is collecting the results of space exploration missions unique to Japan such as Hayabusa, which attempted the first-ever sample return mission from an asteroid, and IKAROS, a small solar power sail demonstrator. Hayabusa2 will validate the acquired deep space exploration technology unique to Japan and present challenges for new technologies, including a collision device called the Small Carry-on Impactor (SCI), which will be used to create an artificial crater on an asteroid. Japan aims to continue standing at the frontline of space exploration.

The basic structure of Hayabusa2 is almost the same as that of Hayabusa; however, some novel technologies have been introduced. Based on experience with malfunctions in Hayabusa, we have not only improved the reliability and durability of the explorer but also developed and strengthened an automatic and autonomous system that combines technology by which the explorer autonomously controls itself and the function of a ground station (remote control by a human who considers all factors) in order to ensure successful landing and sampling on a distant asteroid. This exploration technology is an advantage that Japan has over other countries.

In addition, Hayabusa2 has a small lander called MASCOT, provided through international collaboration with Germany and France, for detailed observation of the asteroid surface and small rovers (MINERVA-II; successor to MINERVA mounted on Hayabusa) developed by Japan aboard.

## 太陽系と生命の誕生の謎に迫る

地球の海の水や生命を形づくる有機物は、太陽系が誕生した頃(今からおよそ46億年以上前)から星間ガスの中にすでに存在していたと考えられています。「はやぶさ2」が探査するC型小惑星「1999 JU<sub>3</sub>」は太陽系が生まれた時代と場所の記憶を比較的良くとどめていると考えられており、「はやぶさ2」は「1999 JU<sub>3</sub>」の科学観測やサンプルリターンを通じて太陽系や地球、生命の起源と進化の過程を知る手がかりを得ることが期待されています。

「はやぶさ2」では、「1999 JU<sub>3</sub>」の科学観測やサンプルリターンだけではなく小惑星表面に衝突体を衝突させ人工的にクレータを作ること、太陽光や太陽風にさらされていない小惑星内部のサンプルを採取するという、新たな挑戦を行います。JAXAはこれら世界初の試みを通じて将来の深宇宙探査をリードする高度な技術の確立を目指します。

## Approaching the mystery of the Solar System and the birth of life

Organic matter serving as the precursors to life and seawater on Earth is believed to have already existed in interstellar gas at the birth of the Solar System (more than 4.6 billion years ago). Hayabusa2 will explore the C-type asteroid “1999 JU<sub>3</sub>,” which is considered to retain records of the era and place of the Solar System's birth. Hayabusa2 is expected to find key information for understanding the origin and evolution of the Solar System, Earth, and life through scientific observation of the asteroid “1999 JU<sub>3</sub>” and sample return.

In addition to scientific observation of the asteroid “1999 JU<sub>3</sub>” and sample return, Hayabusa2 will take on the new challenge of creating an artificial crater on the surface of the asteroid by an impactor and collect samples that have not been exposed to sunlight and the solar wind from inside the asteroid. Through the world's first attempt, JAXA aims to establish an advanced technology to lead future deep space exploration.

目標天体 Target body : 1999 JU<sub>3</sub> (C型・地球接近小惑星 C-type, Near Earth Object)  
質量 Mass : 600 kg  
大きさ Size : 主構体 Main structure : 1.0m x 1.6m x 1.4m パネル展開幅 Panel span : 6.0m

(日本語)

<http://www.jaxa.jp/projects/sat/hayabusa2/>

(English)

<http://global.jaxa.jp/projects/sat/hayabusa2/>



宇宙航空研究開発機構  
広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ノラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

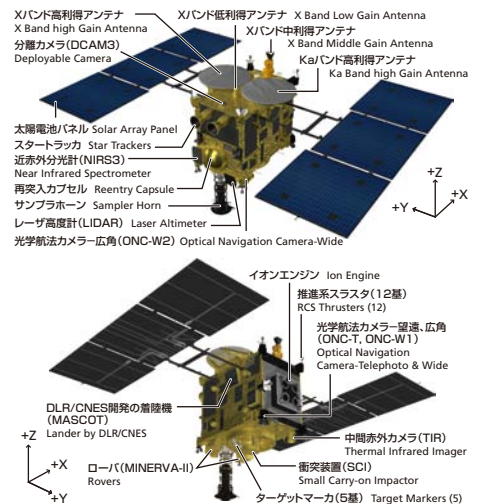
Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051



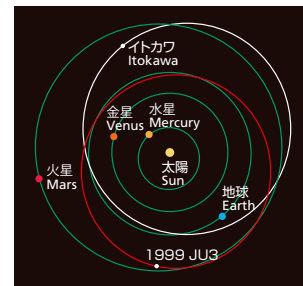
再生紙を使用しています  
JSF150210T



自動・自律システムを駆使して人工クレータ周辺のサンプル採取に向かう「はやぶさ2」(イメージ)  
Hayabusa2 heading toward an artificial crater for sampling, controlled by its automatic and autonomous system (conceptual drawing)



「はやぶさ2」機体の概要 Overview of Hayabusa2



小惑星「1999 JU<sub>3</sub>」の軌道(赤線)  
Orbit of the asteroid 1999 JU<sub>3</sub> (red line)



衝突装置により人工的なクレータができた瞬間(イメージ)  
「はやぶさ2」は小惑星の背後に回り込み、破片を回避する  
Moment of creation of an artificial crater by SCI (conceptual drawing). Hayabusa2 hides behind the asteroid to avoid collision with fragments.





©ESA

ゲリラ豪雨、猛暑や冷夏など、私達が近年感じている大きな気候の変化(気候変動)は、人間活動にも大きく影響されていると言われています。このような気候変動を予測していく中で最も大きな誤差となっているのは、大気微粒子(エアロゾル)と雲の理解不足であることが「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」などで報告されています。雲エアロゾル放射ミッション(EarthCARE: Earth Clouds, Aerosols and Radiation Explorer)は、それらの立体構造を測り、予測誤差を大幅に低減することを目指した欧州宇宙機関(ESA: European Space Agency)との国際共同プロジェクトです。

JAXAと情報通信研究機構(NICT)は、EarthCARE衛星計画において、雲プロファイリングレーダ(CPR: Cloud Profiling Radar)という世界初の衛星搭載ミリ波ドップラーレーダを開発しています。JAXAとNICTはEarthCARE/CPRプロジェクトで、欧州との国際協力の下、日本の最先端の科学技術を使った世界初の観測を実現し、地球環境を守るという人類共通の課題に貢献していきます。

Human activities are said to be responsible for the large climate changes that we have been experiencing in recent years such as torrential rains and extremely hot or cold summers. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) has reported that the largest errors when predicting these climate changes are induced by a lack of understanding of atmospheric fine particles, or aerosols, and clouds, and the interactions between them. The Earth Clouds, Aerosols and Radiation Explorer (EarthCARE) is an international joint project with the European Space Agency (ESA) that aims to observe the three-dimensional structures of clouds and aerosols and to drastically reduce climate change prediction errors.

In the EarthCARE satellite mission, JAXA and the National Institute of Information and Communications Technology (NICT) have been developing Cloud Profiling Radar (CPR), the world's first satellite-borne millimeter-wave Doppler radar. Through the EarthCARE/CPR project and international collaboration with Europe, JAXA and NICT will achieve the world's first observation of these phenomena using Japan's state-of-the-art scientific technology, and contribute to preserving the Earth's environment — a common issue for all of humanity.

# 気候変動予測の鍵、エアロゾル・雲を測る ～世界初のミリ波ドップラーレーダー～

## Measuring the Key to Climate Change Prediction : Aerosols and Clouds —The World's First Millimeter-wave Doppler Radar—

### ●気候変動の予測誤差低減に不可欠なエアロゾルと雲の観測

例えば、エアロゾルの日傘効果は、アジア大陸の多くの場所で二酸化炭素による温室効果を大きく上回りますが、その気候への影響は良くわかっていません。また、豪雨が気候の変化とともに激しくなるかなどの雲が関わる現象についても、最新のスーパーコンピューターを使った各国の気候予測結果の間で大きく異なっています。この違い(誤差)をなくしていくために、エアロゾルと雲を詳細に理解することが不可欠です。

### ●Reducing Errors in Climate Change Prediction by Observing Aerosols and Clouds

Although the umbrella effect of aerosols is known to far exceed the greenhouse effect caused by carbon dioxide in many parts of Asia, the impact of aerosols on climate has not yet been adequately quantified. The situation is further complicated by that fact that climate predictions using the latest in supercomputers around the world produce differing results on how clouds will behave in the future. For example, will climate changes be accompanied by an increasing occurrence of clouds causing torrential rains, and will such clouds have greater capacity for such rain effects. Understanding the details of aerosols and clouds is crucial for reducing such differences in climate change prediction.

### ●世界初のミリ波ドップラーレーダー「CPR」

EarthCARE衛星では、日本とESAで開発を分担する4つの観測機器を搭載し、同時観測を正確に行うことで、今まで観測が難しかった全球規模でのエアロゾル、雲の立体的観測という新しい観測を行います。

NICTのミリ波レーダー技術を基に、JAXAがNICTと共同で開発する「雲プロファイリングレーダー(CPR)」は鉛直構造の観測に加え雲内の上昇下降流速の計測も行う世界で初めてのミリ波ドップラーレーダーです。この他にESAは主にエアロゾルの鉛直構造を観測する「大気ライダー(ATLID)」、水平分布を観測する「多波長イメージャー(MSI)」と大気上端でのエネルギー放射量を観測する「広帯域放射計(BBR)」と衛星本体の開発を行います。EarthCARE衛星は2018年にソユーズロケットによる打ち上げを目標にしています。

### ●Cloud Profiling Radar: The World's First Millimeter-wave Doppler Radar

The EarthCARE satellite will carry four observation instruments developed by Japan and ESA that will conduct a new and challenging precise synergetic observation — the global three-dimensional observation of clouds and aerosols.

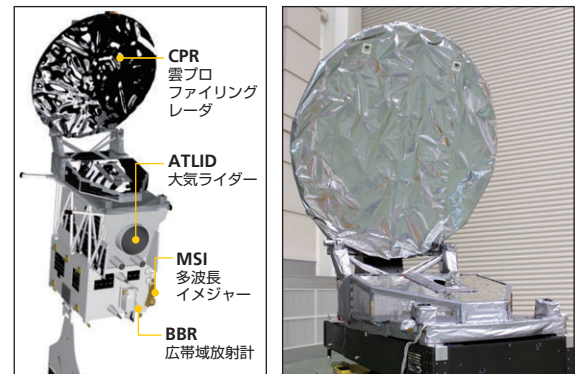
Based on NICT's millimeter-wave radar technology, the Cloud Profiling Radar (CPR) jointly developed by JAXA and NICT is the world's first cloud radar that measures the upward and downward flow velocity within a cloud while observing its vertical structure. In addition to CPR, ESA has also been developing the Atmospheric Lidar (ATLID) which mainly observes the vertical structure of aerosols, the Multi-Spectral Imager (MSI) which observes horizontal distribution, as well as the Broadband Radiometer (BBR) which observes the energy flux at top of the atmosphere. The EarthCARE satellite mission is aiming at a launch in 2018 aboard a Soyuz rocket.

### ●将来の気候変動の予測向上に貢献

EarthCAREの観測結果は欧州との合同科学チームにより評価され、気候変動予測を行っている日本や欧州の機関に取り入れられます。将来の気候予測や最近高頻度で発生している豪雨などの極端な気象現象の予測精度を大きく向上させていくことで社会に役立っていきます。

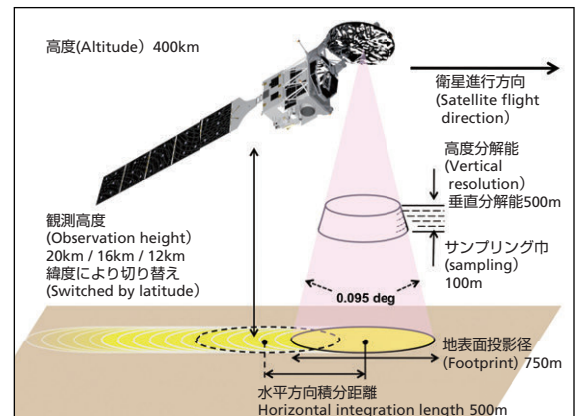
### ●Contributing to Advancements in Future Climate Change Prediction

The EarthCARE observation results will be evaluated with Europe by a joint science team, and will be provided to Japanese and European institutions conducting climate change prediction studies. EarthCARE will contribute to society by significantly improving future climate prediction results and prediction accuracy for severe weather events that have been occurring frequently, such as torrential rain.



レーダー方式(Radar type)	94GHzドップラーレーダー (94 GHz Doppler Radar)
中心周波数(Center frequency)	94.05 GHz
パルス幅(Pulse width)	3.3μs(3.3 microseconds)
ビーム幅(Beam width)	0.095度(0.095 deg)
偏波(Polarization)	円偏波(Circular)
尖頭電力(Transmit power)	1.5kW以上(クライストロン出力電力) > 1.5 kW (Klystron output power)
観測高度(Height range)	-0.5 ~ 12/16/20 km
観測分解能(Resolution)	500m(100m毎サンプル); 鉛直、 500m積分; 水平 500 m (100 m sample); Vertical, 500 m integration; Horizontal
レーダー感度(Sensitivity*)	-35 to +21 dBZ
レーダーエコーデータ精度(Radiometric accuracy)	< 2.7 dB
ドップラー速度計測方式(Doppler measurement)	パルスペア方式(Pulse pair method)
ドップラー速度計測レンジ(Doppler range)	-10 to +10 m/s
ドップラー速度計測精度(Doppler accuracy*)	-19dBZ以上の雲に対し1.3m/s以下 Less than 1.3 m/s for -19 dBZ clouds
パルス繰り返し周波数(Pulse repetition frequency)	可変: 6100~7500Hz (Variable: 6100 to 7500 Hz)
ビーム指向精度(Pointing accuracy)	0.015度以下(< 0.015 degree)

\*: データの積分区間を10kmとして定義(\* Note: At 10 km integration)



(English) [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/The\\_Living\\_Planet\\_Programme/Earth\\_Explorers/EarthCARE](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers/EarthCARE)



宇宙航空研究開発機構

広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6 御茶ノ水ソラシティ

Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008, Japan

Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト(日本語)

<http://www.jaxa.jp/>

JAXA Website (English)

<http://global.jaxa.jp/>

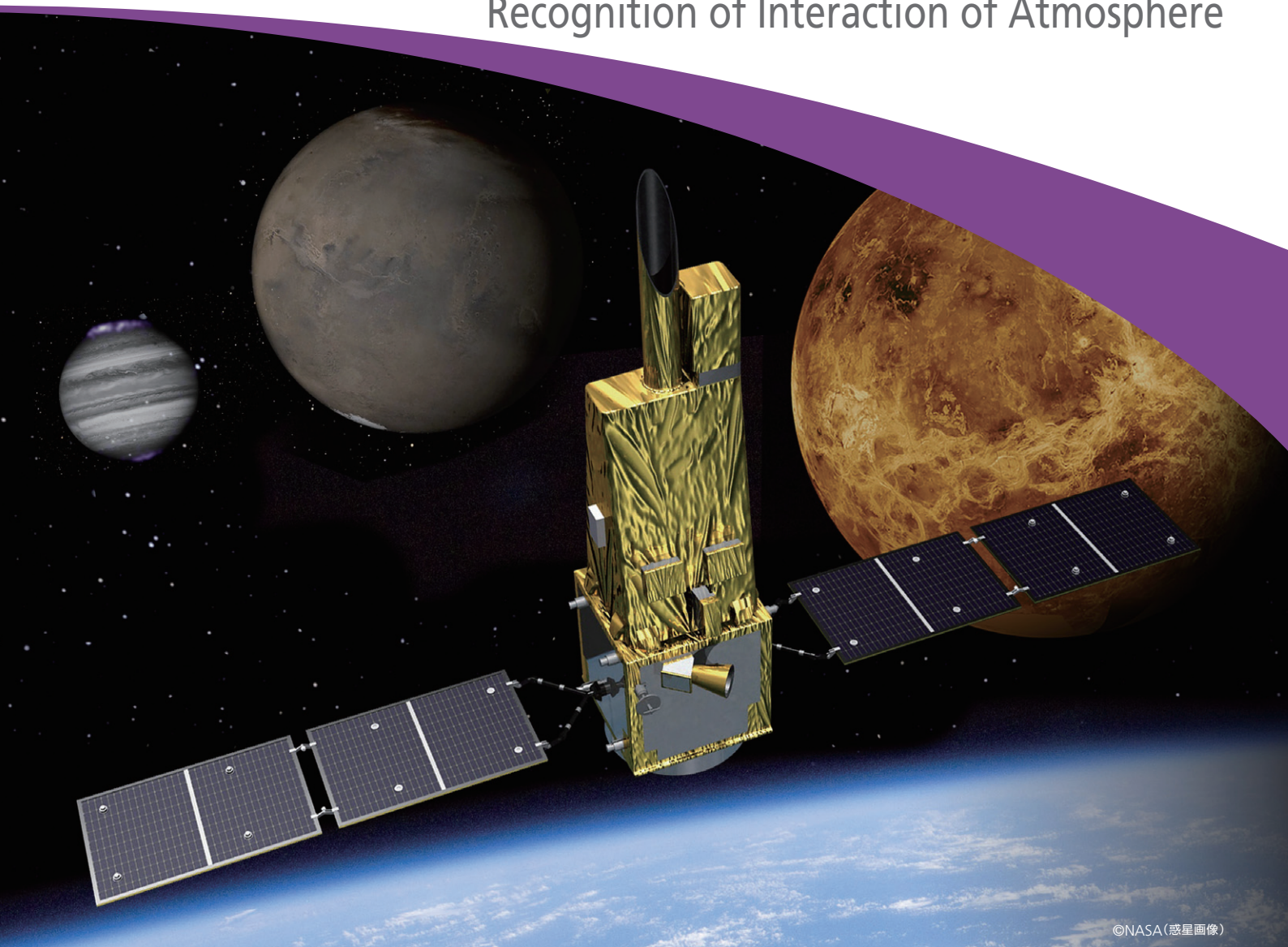


再生紙を使用しています  
JFS1503



# 惑星分光観測衛星「ひさき」

HISAKI: Spectroscopic Planet Observatory for Recognition of Interaction of Atmosphere



©NASA(惑星画像)

惑星分光観測衛星「ひさき」は、地球周回軌道から金星や火星、木星などを遠隔観測する世界初の惑星専用観測衛星です。惑星周辺から放射される極端紫外線と呼ばれる地上からはまったく観測できない光の一種をとらえることで、惑星から流出する大気や磁気圏に関する情報を集め、大気のなりたちや磁気圏の理解に役立てます。

第一のテーマは惑星の磁気圏(惑星磁場の勢力が届く領域)です。太陽系で最も強い磁場を持つ惑星である木星の磁気圏の活動度と太陽風の活動度を同時に観測することで、太陽風が惑星磁気圏に影響を及ぼすしくみを解き明かします。

もう1つのテーマは地球型惑星の大気です。金星や火星など磁気圏を持たない惑星の大気は、太陽から吹き付ける太陽風によってはぎ取られて進化します。惑星から流れ出す大気成分の全体量を観測することで地球を含めた惑星の大気進化の現在を解き明かします。

「ひさき」はイプシロンロケット試験機に搭載され、2013年9月14日に内之浦宇宙空間観測所から打ち上げられました。

Spectroscopic Planet Observatory for Recognition of Interaction of Atmosphere (HISAKI) is the world's first observation satellite for remotely observing such planets as Venus, Mars, and Jupiter from an orbit around the Earth. Capturing the extreme ultraviolet rays (EUVs) emitted from a planet and its periphery, which cannot be observed from the ground, allows us to collect information on the atmosphere that flows into space and the magnetosphere covering the planet. This enables us to analyze the composition of the atmosphere and the behavior of the magnetosphere.

Our primary theme is each planet's magnetosphere, the region where the magnetic field of a planet has influence. By simultaneously determining the magnetosphere variability of Jupiter, the planet with the strongest magnetic field in the solar system, and the solar wind variability, we will unveil the solar wind mechanism that affects Jupiter's magnetosphere.

Another theme is the atmosphere of Earth-like planets. The atmosphere of a planet without a magnetosphere, such as Venus and Mars, evolves by being stripped away by the solar wind blowing from the Sun. The current state of the atmospheric evolution of a planet can be identified by determining the total mass of atmospheric components flowing out of the planet.

HISAKI onboard the Epsilon-1 was launched from the Uchinoura Space Center on September 14, 2013.

# 大気と磁気圏の謎を解き明かす惑星観測ミッション

## Planetary observation mission to resolve the mysteries of atmosphere and magnetosphere

「ひさき」は、世界で初めて太陽風に影響を及ぼされる惑星の大気とプラズマの分布を極端紫外線で観測します。

極端紫外線とは、波長が非常に短い紫外線のことをいいます。極端紫外線は惑星の大気を調べるのに適した光の領域ですが、地球の大気に吸収されてしまうため、宇宙空間からでなければ観測ができません。極端紫外線で宇宙を観測することは、これまでほとんど行われていないので、新しい発見が期待されています。

In a world's first attempt, HISAKI will try to determine the distribution of a planet's atmosphere and plasma that are under the influence of solar wind.

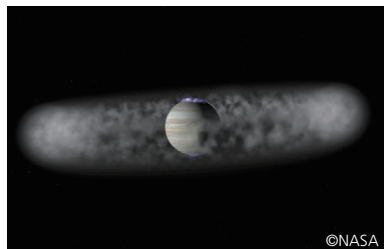
Extreme ultraviolet rays (EUVs) refer to a range of UV rays with extremely short wavelengths. The EUV range pertains to a region of light suited for analyzing the atmosphere of a planet. Since EUVs are absorbed by the Earth's atmosphere, they cannot be observed on the ground, only in space. Since very little has been done previously using EUVs to observe the universe, innovative discoveries are anticipated.

### ミッション 1

#### 惑星の磁気圏について調べる

地球は内部に巨大な棒磁石があるような磁場を持っていて磁気圏を形作っています。磁気圏とは宇宙空間の中で惑星磁場の勢力が届く領域のことで、水星、木星、土星などにも存在します。太陽風から惑星環境を守っている磁気圏は時として破れ、激しく光り輝くオーロラが発生します。太陽系で最も磁場が強く、地球とは異なるタイプの磁気圏を持つ木星を観測することで、太陽風のエネルギーが侵入する経路と深さを明らかにします。

**木星:** 地球の1万倍の強い固有磁場を持ち、周期10時間で高速自転しています。火山を持つ衛星イオから発生したガスが磁気圏を満たし、磁気圏の広がりとは太陽の10倍もの大きさに達します。



### Mission 1

#### Studying the magnetosphere of planets

The Earth has a magnetic field which may be likened to having a huge bar magnet in its core. The magnetosphere is a region in space into which the energy of a planet's magnetic field can reach. Mercury, Jupiter, and Saturn also have magnetospheres. The magnetosphere that protects the environment of a planet from solar wind may occasionally break apart generating a violently brilliant aurora. By observing Jupiter, with its strongest magnetic field in the solar system and with a magnetosphere that differs from the Earth's, we will be able to determine the penetration path and depth of solar wind energy.

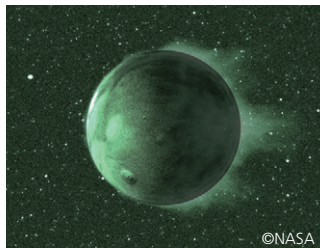
**Jupiter:** The planet has an inherent magnetic field that is 10,000 times stronger than that of the Earth and rotates on its axis at a high speed of ten hours per cycle. Gas generated from eruptions on Jupiter's volcanic moon Io fills the planet's magnetosphere making it ten times as large as that of the Sun.

### ミッション 2

#### 惑星の大気について調べる

惑星を覆う大気、私たちの地球は豊富な酸素を含む大気のおかげで、多種多様な生物の住める環境になっています。しかし同じ太陽系の地球型惑星である金星や火星では、大気の様子が大きく異なります。強い太陽風によって惑星大気が宇宙空間に流出するメカニズムを調べることによって、初期の太陽系で何が起こっていたかを知ることを目指しています。

**火星・金星:** 重力はそれぞれ地球の40%、98%。地表温度・気圧は-60度、0.01気圧と400度、90気圧と、地球とは似ても似つかない環境です。ともに固有磁場が弱いので、太陽風に炙られて宇宙空間に大気が大量に流れ出しています。

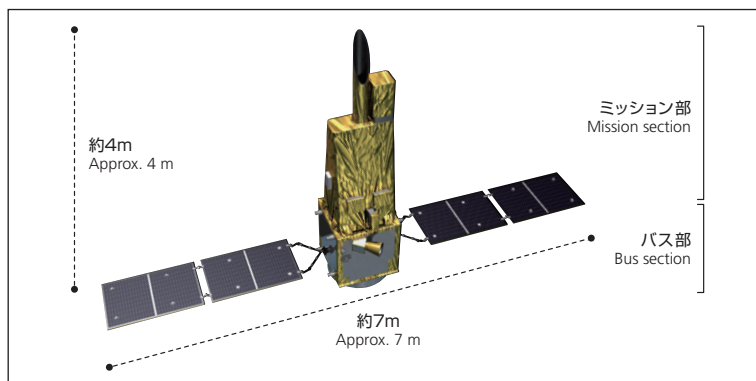


### Mission 2

#### Studying the atmosphere of planets

Thanks to the atmosphere covering our planet, an atmosphere that contains oxygen, our Earth sustains an environment in which a variety of creatures can live and thrive. In contrast, while Venus and Mars are Earth-like planets in the same solar system, their atmospheres differ substantially from that of the Earth. We aim to find out what sort of events occurred in the embryonic stage of the solar system by analyzing the mechanism by which the strong solar wind allows the atmosphere of a planet to flow into space.

**Mars and Venus:** With gravities that are 40% and 98% of the Earth's gravity, respectively, and temperatures and atmospheric pressures of minus 60 degrees centigrade and 0.01 atm for Mars, and 400 degrees centigrade and 90 atm for Venus — these two planets have environments that are thoroughly exotic compared with that of the Earth. Since both Mars and Venus have weak inherent magnetic fields, their atmospheres are blown off by the solar wind and massively flow out into space.



### 「ひさき」諸元 HISAKI specifications

衛星質量 Mass of the satellite	約348kg Approx. 348 kg
発生電力 Generated electric power	約900W Approx. 900 W
観測軌道 Observation orbit	高度約950 ~ 1150km(楕円軌道) Altitude approx. 950 to 1,150 km (Elliptical orbit)
姿勢制御 Attitude control	三軸姿勢制御(指向精度5秒角) Triaxial attitude control (Directional precision 5 angular seconds)
目標寿命 Target mission life	ミッション期間1年 A mission duration of 1 year

(日本語 Japanese)

<http://www.isas.jaxa.jp/j/enterp/missions/hisaki/>

(英語 English)

<http://www.isas.jaxa.jp/e/enterp/missions/hisaki/>



この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。  
再生紙を使用しています  
JSF1403



宇宙航空研究開発機構  
広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city, 4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku, Tokyo 101-8008, Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト  
JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

JAXAメールサービス  
JAXA Mail Service

<http://www.jaxa.jp/pr/mail>

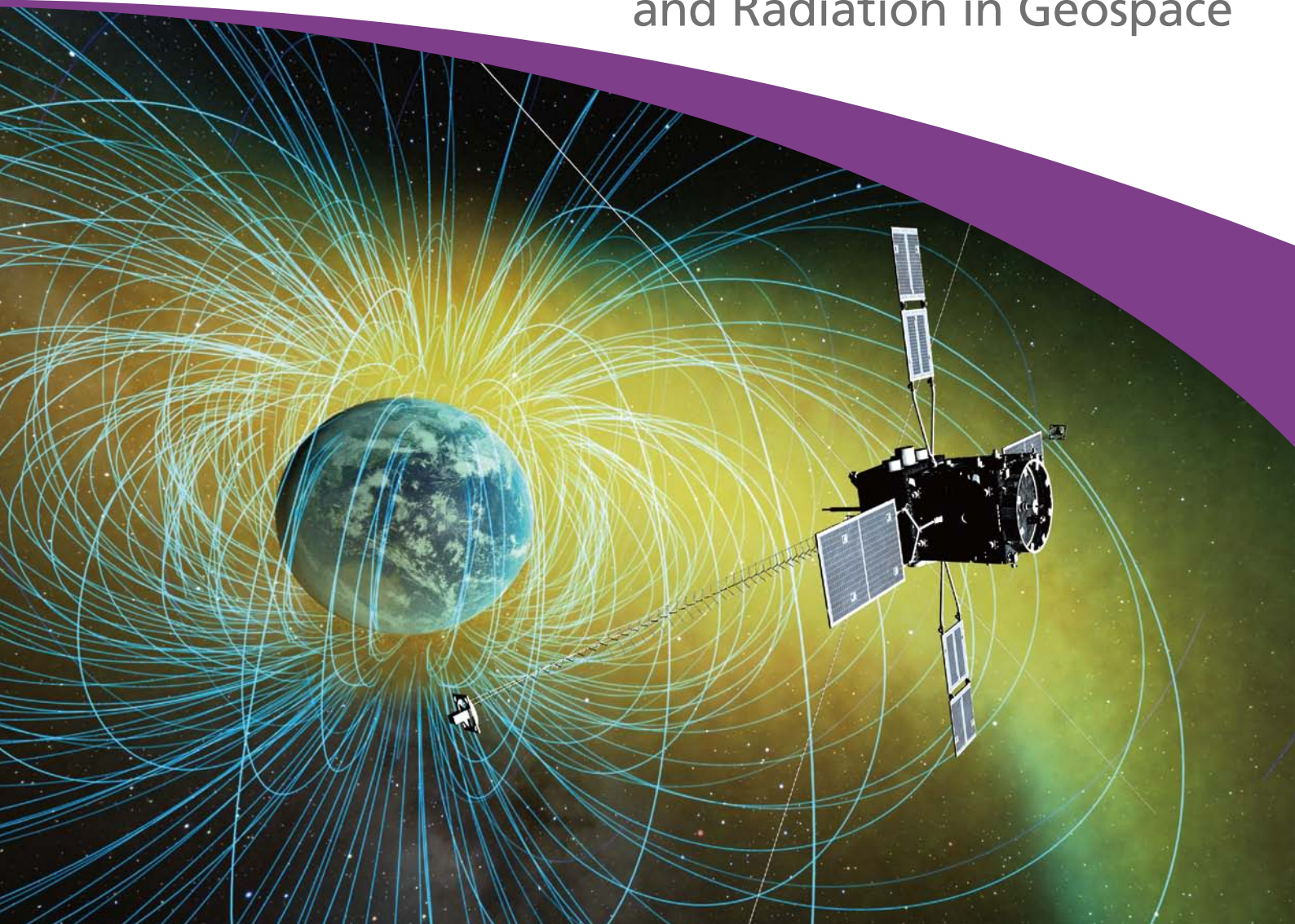
宇宙科学研究所ウェブサイト

Institute of Space and Astronautical Science Website  
<http://www.isas.jaxa.jp/>



# ジオスペース探査衛星(ERG)

ERG : Exploration of energization and Radiation in Geospace



地球のそばの宇宙空間(ジオスペース)には、地球の磁力のためにとても高いエネルギーの電子やイオンが多量に捉えられている放射線帯(ヴァン・アレン帯)があります。ここにある高エネルギーの電子は、人工衛星のコンピューターの誤作動や帯電、宇宙飛行士の被ばくを引き起こすなど、さまざまな影響ももたらします。

これらの高エネルギー電子は、太陽風の乱れに起因するジオスペースの大規模変動(宇宙嵐)にともなって生まれたり消えたりを繰り返しています。高エネルギーの電子がどのように加速されて生まれるのか、また宇宙嵐はどのように発達するのかを明らかにするのが、ジオスペース探査衛星(ERG)の目的です。

ERGは、このような電子の加速が起こっていると考えられているジオスペースの赤道面付近で電子やイオンの総合観測を行います。放射線帯の電子の加速を理解するため、新たに開発した機器を搭載して、放射線帯の赤道面で広いエネルギー範囲にわたって連続的に観測します。

ERGはイプシロンロケットによって、内之浦宇宙空間観測所から打ち上げられる予定です。

The region of outer space near the Earth, known as geospace, is populated by a large volume of very high-energy electrons and ions trapped in the Van Allen radiation belts by the Earth's magnetic field. These energetic highly charged particles cause a variety of problems such as the malfunctioning of the computers on satellites and undesirable charging of equipment, or radiation exposure to astronauts.

Along with large-scale changes in geospace (space storms) due to disturbances from the solar wind, these highly energetic electrons repeatedly form and vanish. The purpose of the geospace exploration satellite, Exploration of energization and Radiation in Geospace (ERG), is to reveal how these high-energy electrons are accelerated and created, and how space storms develop.

ERG will make a comprehensive observation of the electrons and ions near the equatorial plane in geospace, which is thought to be the area where the acceleration of such electrons is occurring. In order to understand the acceleration of electrons in the radiation belts, ERG will be equipped with newly developed instruments and continuously observe over a wide energy range in the equatorial plane of the radiation belts.

The ERG satellite is scheduled to be launched by the Epsilon Launch Vehicle from Uchinoura Space Center.



# 地球のそばで起こる電子加速の謎にせまる

Probing the mysteries of electron acceleration occurring near the Earth

## ●「宇宙天気」研究から惑星探査まで幅広く貢献

放射線帯の高エネルギー粒子は、人工衛星のコンピューターの誤作動や帯電に起因する機器故障、宇宙飛行士の被ばくを引き起こすため、ジオスペース変動の予測を行う「宇宙天気」研究のなかでも重要な課題の一つです。

放射線帯は地球だけでなく木星や土星などにも存在します。また、電子が光速近くまで加速される現象は宇宙のさまざまなところで起こっていることが知られています。ERGによる粒子加速研究の成果は、宇宙で起こっている粒子加速の謎を解き明かすことにもつながります。さらに、強い放射線環境の下でも動作する計測装置の開発は、木星など過酷な放射線環境下へ向かう将来の探査にも役立ちます。

## ● Wide range of contributions from space weather research to planetary exploration

Since highly energized particles in the radiation belts can cause malfunctions of the computers on satellites and damage equipment through electrostatic charge, or threaten the astronauts with radiation exposure, space weather research for forecasting changes in geospace is an important aspect of this project.

Besides our Earth, other planets like Jupiter and Saturn also have radiation belts. A phenomenon known to be happening in various parts of the universe is that electrons are being accelerated close to the speed of light. The findings of the particle acceleration studies by the ERG satellite can also help unlock the mysteries of such particle acceleration occurring throughout the universe. In addition, the development of measuring instruments that can operate in powerful radiation environments will also be useful for the future exploration of planets with intense radiation belts, such as Jupiter.

## ● 衛星、地上、シミュレーションの三位一体プロジェクト

宇宙嵐の発達や、その影響で姿を変える放射線帯の理解のためには、ジオスペース全域で何が起きているのかを把握する必要があります。ERGプロジェクトでは、ERG衛星での詳細観測に加え、地上からの遠隔観測とシミュレーションや総合解析とを組み合わせ、この領域を総合的に解明します。

## ● ERG project combines satellite, ground networks and simulation/ integrated studies

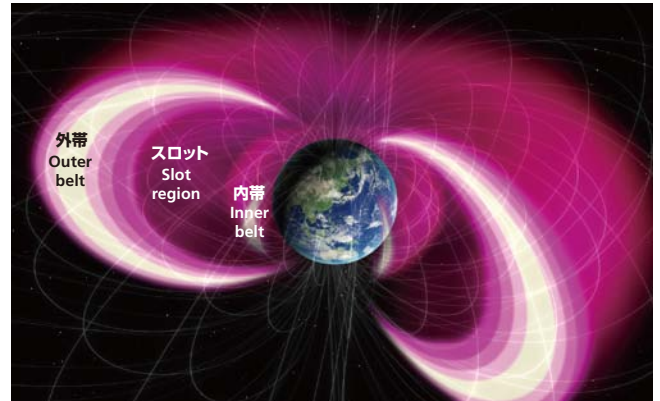
In order to understand the development of space storms and their effects that cause changes to the radiation belts, it is necessary to grasp what is occurring throughout the entire geospace region. In addition to detailed observation by the ERG satellite, the ERG project will combine remote sensing from ground networks with simulation and integrated analysis in order to comprehensively clarify the phenomena in this region.

## ● 各国と連携し国際的観測の一翼を担う

ERGの打ち上げを予定している時期には、米国やロシアなども放射線帯の衛星観測を計画しています。複数の衛星によって同時に観測を行えるこの貴重な機会を生かし、各国の衛星観測計画と協調してジオスペースの研究を進めていきます。

## ● Playing a role in global observations through collaborations with other countries

The planned launch schedule of the ERG satellite will coincide with the programs of the United States and Russia which will also observe the radiation belt by satellite. We will take advantage of this valuable opportunity of having multiple satellites available to make observations at the same time, and continue to study geospace through collaborations across the satellite observation programs of each of our countries.



放射線帯電子の空間構造の模式図。電子の放射線帯は「内帯」と「外帯」という地球を取り囲む二つのベルト状の分布と、その間に「スロット」と呼ばれる間隙を持っている。Illustration of spatial structure of radiation-belt electrons. The belt-like distribution of charged particles surrounding the Earth is composed of two layers of radiation known as the inner belt and outer belt, and between these two belts is a gap called the slot.



ERGは三位一体プロジェクト  
ERG is a project with three pillars

## 衛星諸元 Major Characteristics

打ち上げ Launch	日時 Date	2016年度(予定) JFY 2016 (Scheduled)
	場所 Location	内之浦宇宙空間観測所 Uchinoura Space Center (USC)
	ロケット Launch Vehicle	イブシロンロケット Epsilon
構造 Configuration	質量 Weight	約355kg About 355kg
軌道 Orbit	高度 Altitude	近地点 約350km 遠地点 約30000km Perigee: about 350 km, Apogee: about 30,000 km
	傾斜角 Inclination	約31度 About 31°
	種類 Type of Orbit	楕円軌道 Elliptical orbit
	周期 Period	約9時間 about 9 hours.
衛星バス部 Satellite bus		SPRINTバス SPRINT bus

(日本語 Japanese)

[http://www.jaxa.jp/projects/sat/erg/index\\_j.html](http://www.jaxa.jp/projects/sat/erg/index_j.html)

(英語 English)

[http://www.jaxa.jp/projects/sat/erg/index\\_e.html](http://www.jaxa.jp/projects/sat/erg/index_e.html)



この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。  
再生紙を使用しています  
JSF1601



宇宙航空研究開発機構  
広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city, 4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku, Tokyo 101-8008, Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト  
JAXA Website

<http://www.jaxa.jp/>

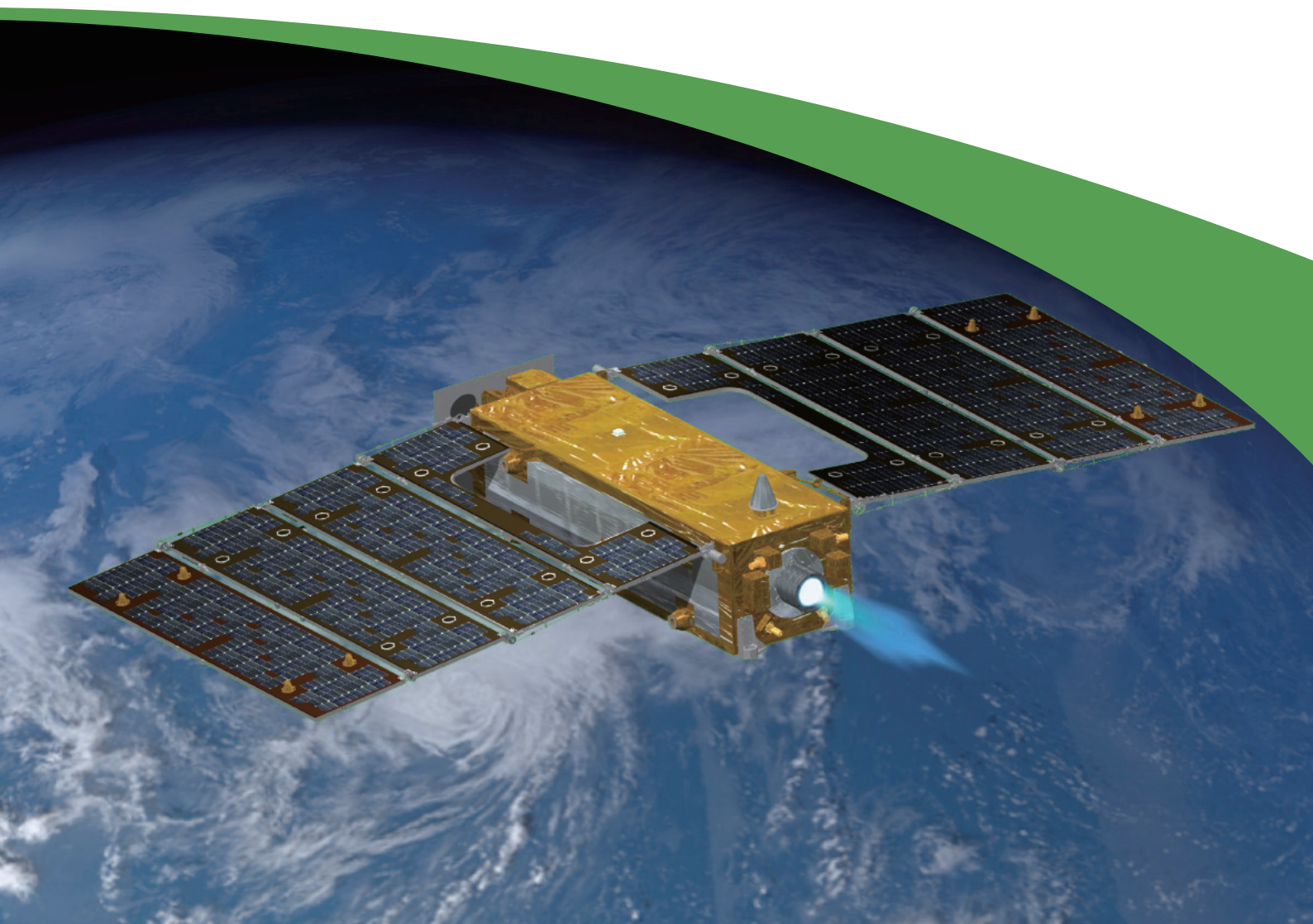
JAXA Website (English)  
<http://global.jaxa.jp/>

宇宙科学研究所ウェブサイト  
Institute of Space and Astronautical Science Website  
<http://www.isas.jaxa.jp/j/>



# 超低高度衛星技術試験機

SLATS: Super Low Altitude Test Satellite



軌道高度にして300kmより低い軌道は「超低高度軌道」と呼ばれ、これまでの人工衛星にとって未開拓の軌道領域です。この超低高度軌道を利用する最初の地球観測衛星が超低高度衛星技術試験機（SLATS：Super Low Altitude Test Satellite）です。超低高度での飛行を可能にすることで、地上により近くなるため、光学画像の高分解能化、観測センサ送信電力の低減、衛星の製造・打ち上げコストの低減などが期待されています。

SLATSが飛行する超低高度軌道では、多くの地球観測衛星が周回する高度600～800kmの軌道に比べ1000倍もの大気の抵抗を受けるため、従来に比べ大量の燃料が必要となります。JAXAはこの課題を解決するために、ガスジェットに比べ燃料の使用効率が10倍良いイオンエンジンを採用し、また、大気の抵抗が小さくて済む小型の衛星を開発して超低高度でも長期間にわたって軌道を維持するための技術を実証します。

SLATSを用いて超低高度での軌道上技術実証を行い、超低高度衛星の実用化に向けた一歩を踏み出します。

The Super Low Altitude Test Satellite (SLATS) is the first Earth observation satellite to use a super low orbit. A "super low orbit" refers to an orbit with an altitude lower than 300 km. This orbit is an undeveloped region and it has yet to be fully utilized by satellites. Satellites in a super low orbit will bring benefits such as high resolution observations for optical imagers, low power transmissions for active sensors, and cost reductions for satellite manufacturing and launches. This is due to the closer range to the Earth.

A satellite in a super low orbit like SLATS will be exposed to air resistance, which is approximately 1,000 times greater than that of most Earth observation satellites at an altitude of 600 to 800 km. Consequently, this type of satellite will require a greater amount of fuel than conventional satellites. In order to solve the atmospheric drag issue, JAXA has adopted an ion engine. The ion engine uses fuel 10 times more efficiently than gas jets. Furthermore, we are developing a compact satellite to minimize air resistance, and will verify that our technology can support orbiting at super low altitudes over an extended period of time.

Then JAXA will take the first step toward practical application of a super low altitude satellite.

# 新たな軌道開拓により衛星利用の新たな可能性を拓く

## Developing super low orbits and creating a new satellite

SLATSはJAXAが培ってきたイオンエンジン技術を利用して超低高度における軌道維持・軌道変換技術を実証します。また、大気に関する技術データを取得して、将来の衛星設計に役立てます。さらに衛星から地球の撮影を行い、将来の地球観測に向けた技術評価を行います。

SLATS will use the ion engine technology developed by JAXA in order to verify its technology for orbit control at super low altitudes. The test satellite will also collect technical data related to the atmosphere, which will be used in the design of future satellites. Furthermore, SLATS will photograph the Earth, and its technology will be evaluated for future Earth observation satellites.

### イオンエンジン

超低高度軌道では大気抵抗が増大しますが、大きな推力は必要なく、1円玉2枚の重さ程度の推力が必要になります。推力が小さくても燃料の使用効率が優れているエンジンが必要となり、また長時間動作することが求められますが、それには数ある宇宙用のエンジンの中で、イオンエンジンが最も適しています。SLATSのイオンエンジンの推進薬は、最も大きな推力が発揮できるという観点から「はやぶさ」と同じくキセノンガスを使います。また、「はやぶさ」に比べて推力の大きい「きく8号」で開発した技術も採用しています。

### 原子状酸素モニタシステム

地表に近いほど大気が濃くなりますが、超低高度域では「原子状酸素」と呼ばれる物質が増加し、人工衛星に用いられている金色の熱制御材(多層インシュレーション: Multi Layer Insulation)等を損傷させてしまう事象が知られています。原子状酸素とは、通常、2つの原子が共有結合して分子を形成している酸素ガスが、宇宙からの放射線や紫外線により解離して、1つの原子として存在している状態をいいます。このため、反応性が高く、衛星表面の材料を損傷させることになります。SLATSでは、多層インシュレーションの外側に原子状酸素に強いコーティングを施すなどして対策を行っています。また、原子状酸素モニタシステムを搭載し、原子状酸素の濃度や各種材料が原子状酸素との反応でどのように劣化していくのかを計測します。ここで取得したデータは、将来の超低高度衛星の設計に反映していきます。

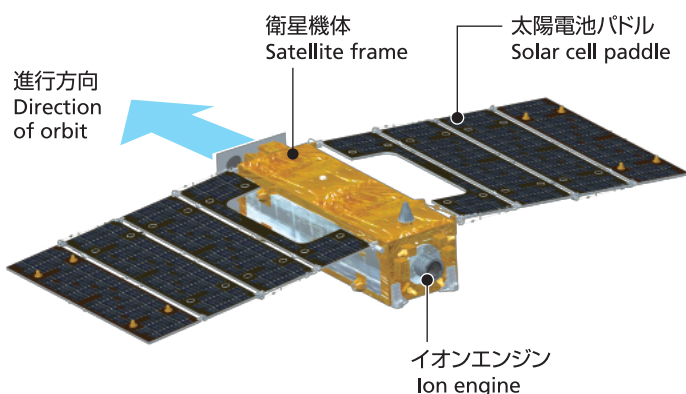
### Ion engine

For a super low altitude satellite, strong thrusters are not required, although atmospheric resistance increases. A thrust equivalent to the weight of one small coin such as a dime is sufficient. A long-life and high-fuel efficiency thruster is required. An ion engine is the most appropriate type of space engine, when considering these conditions. From the perspective of exerting the greatest possible thrust, the propellant used in the SLATS ion engine is xenon gas, which is the same propellant that was used in Hayabusa. Furthermore, SLATS uses technology developed for KIKU No. 8, which realizes greater thrust than Hayabusa.

### Atomic oxygen monitoring system

The atmosphere becomes denser as we come closer to the surface of the Earth, and a substance called "atomic oxygen" increases at super low altitudes. Atomic oxygen is known to damage the golden thermal control films (Multi-Layer Insulation) that are used for satellites. Normally, oxygen gas consists of two atoms which enter a covalent bond and form a molecule. Atomic oxygen refers to a state in which oxygen gas separates due to space radiation and ultraviolet rays, existing as a single atom. This makes atomic oxygen highly reactive and causes it to damage material used on the surface of satellites. For SLATS, countermeasures have been taken such as applying a coating which is highly resistant to atomic oxygen to the outer surface of the multi-layer insulation. SLATS is also equipped with an atomic oxygen monitoring system which measures the concentration of atomic oxygen and the deterioration of materials when reacting with atomic oxygen. The acquired data will be used in the design of future super low altitude satellites.

### SLATS概観図 / Overview of SLATS



### 仕様 / Specifications

項目 / Item	仕様 / Specifications
サイズ / Size	2.5(X) x 5.2(Y) x 0.9m(Z) (軌道上展開状態) 2.5 (X) x 5.2 (Y) x 0.9 m (Z) (when expanded in orbit)
質量 / Mass	400kg以下 400 kg or less
発生電力 / Generated power	1140W以上 1,140 W or more
設計寿命 / Design life	2年以上 2 years or longer
軌道 / Orbit	高度 268km~180km Altitude of 268 km to 180 km



国立研究開発法人  
宇宙航空研究開発機構  
広報部  
〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

JAXAウェブサイト(日本語)  
<http://www.jaxa.jp/>

JAXA Website (English)  
<http://global.jaxa.jp/>



この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

再生紙を使用しています  
JSF160310T

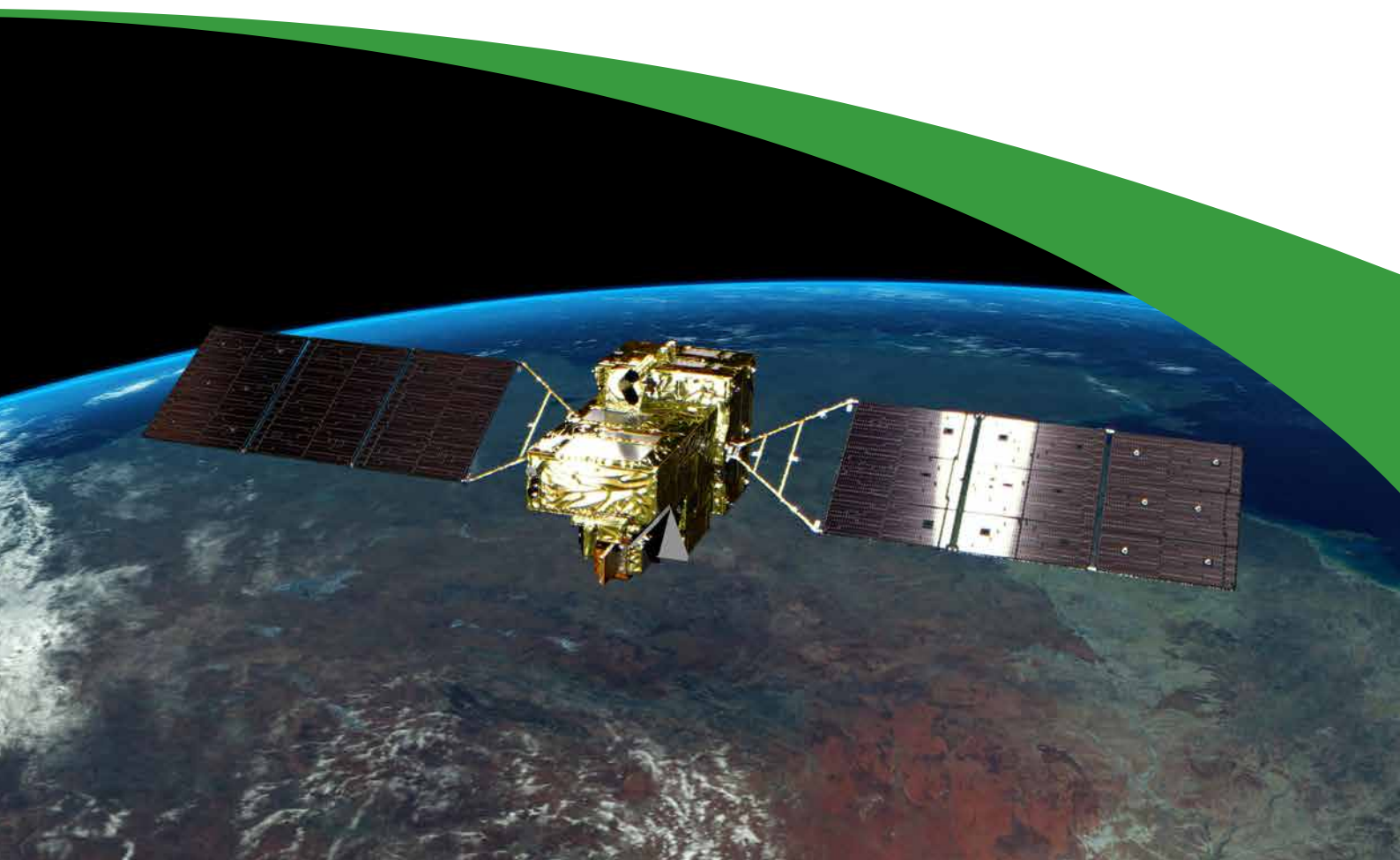


Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department  
Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051



# 温室効果ガス観測技術衛星2号(GOSAT-2)

GOSAT-2: Greenhouse gases Observing SATellite-2



人間が排出する温室効果ガスは地球温暖化の主な原因のひとつといわれています。世界中の専門家が参加して気候変化に関する科学研究や対策を評価する国際機関IPCC（気候変動に関する政府間パネル）は、2013年の第5次報告書で「温暖化には疑う余地が無い。20世紀半ば以降の温暖化の支配的な要因は人間の影響の可能性が極めて高く、温室効果ガスの継続的な排出は、さらなる温暖化と気候変化をもたらす恐れがある」と警告しました。

JAXAと環境省、国立環境研究所の3機関は、このような温暖化の研究に貢献するために、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)を開発し、「二酸化炭素」と「メタン」の観測を2009年に開始しました。以前は、観測可能な地域が限定されていたり、観測データの集計方法や精度が各国で異なっていたため、データを比較する時に正確性や統一性が得られないという課題がありましたが、「いぶき」は世界中の二酸化炭素及びメタン濃度を正確かつ均一に観測することを可能にしました。

GOSAT-2は「いぶき」ミッションを引き継ぎ、より高性能な観測センサを搭載して、さらなる温室効果ガスの観測精度向上を目指し、環境行政に観測データを提供するとともに、温暖化防止に向けた国際的な取り組みに貢献します。

Experts say that greenhouse gases produced by human activity represent one of the biggest causes of global warming. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), an international organization of specialists that conducts scientific research on climate change and evaluates related climate policies, released its Fifth Assessment Report in 2013. In the document, the authors warned that “Warming of the climate system is unequivocal... It is extremely likely that human influence has been the dominant cause of the observed warming since the mid-20th century... Continued emissions of greenhouse gases will cause further warming and changes in all components of the climate system.”

Hoping to advance research on the global warming phenomenon, JAXA has joined forces with the Ministry of the Environment and the National Institute for Environmental Studies to develop “IBUKI” (GOSAT) — the Greenhouse gases Observing SATellite — and commence GOSAT-based observations of carbon dioxide and methane in 2009. Prior to the creation of the IBUKI, researchers struggled with obtaining accurate, consistent data for comparison purposes due to the limited observation scope and the fact that different countries gathered observation data at different levels of precision and tabulated the results via different methods. The IBUKI, however, made it possible to get an accurate map of carbon dioxide and methane concentrations around the globe.

As the successor to the IBUKI mission, GOSAT-2 aims to gather observations of greenhouse gases with higher levels of accuracy via even higher-performance onboard observation sensors. The project will serve to provide observation data to environmental administrations and drive international anti-global warming efforts.

# 「いぶき」を引き継ぎ、さらなる温室効果ガスの観測機能・性能の向上を目指す

Taking over from IBUKI to enhance the functionality and performance of greenhouse gas observations

## 「いぶき」からパワーアップした「GOSAT-2」の目

「いぶき」では1,000km四方につき二酸化炭素で4ppm<sup>\*1</sup>、メタンで34ppb<sup>\*2</sup>の精度で温室効果ガスを観測していましたが、さらなる精度向上のため、GOSAT-2は500km四方につき二酸化炭素で0.5ppm、メタンで5ppbの精度で観測することを目標にしています。また、特定地点を重点的に観測する機能(特定地点観測機能)をさらに強化し、工業地域や人口密集地域など、大規模な温室効果ガスを排出していると考えられる地点を狙って、より多くの特定地点を精度よく観測します。

## The GOSAT-2 “eye”: An upgraded IBUKI

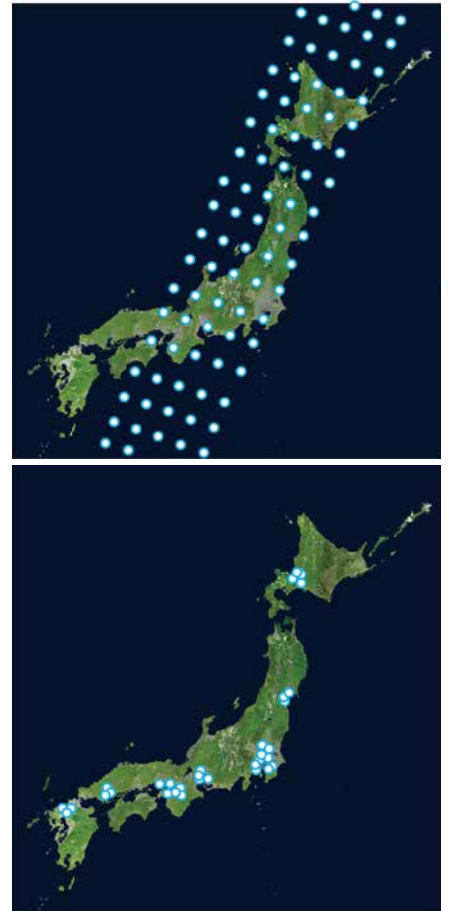
The IBUKI observed carbon dioxide and methane at accuracy levels of 4 ppm<sup>\*1</sup> and 34 ppb<sup>\*2</sup>, respectively, at a 1,000-km mesh. In order to generate even more precise data, the goals for the GOSAT-2 are to measure carbon dioxide at 0.5 ppm and methane at 5 ppb at a 500-km mesh. Developers have also enhanced the satellite's focused, target-point observation capabilities (target-point observation functionality), enabling the device to gather accurate readings from a broader range of target points — an ability that will be especially beneficial in evaluations of industrial areas, densely populated areas, and other areas with large quantities of greenhouse gas emissions.

## 人為起源か、自然起源か。鍵を握るのは一酸化炭素。

GOSAT-2は「いぶき」では観測していなかった「一酸化炭素」を新たに観測対象として追加します。二酸化炭素は、工業活動や燃料消費等の人間活動だけでなく、森林や生物の活動によっても排出されています。一方で、一酸化炭素は、人間の活動から排出されるものの、森林や生物活動からは排出されません。二酸化炭素と一酸化炭素を組み合わせることで「人為起源」の二酸化炭素の排出量の推定を目指します。

## Anthropogenic source or natural source? Carbon monoxide can determine

In another improvement over its predecessor, the GOSAT-2 is also capable of monitoring carbon monoxide concentrations. Whereas carbon dioxide not only comes from anthropogenic sources like industrial activity and fuel combustion but also has natural origins in forests and biological activity, carbon monoxide emissions are byproducts of human activity alone — not the natural world. Analyzing combined observations of carbon dioxide and carbon monoxide will give researchers an effective means of estimating carbon dioxide emissions from anthropogenic sources.



観測イメージ(上:通常の観測 下:特定地点観測)  
A visualization of how GOSAT-2 conducts observations  
(Top: Normal observation; Bottom: Target-point observation)

## 新たな健康脅威、PM2.5

近年、PM2.5の飛来による健康被害が懸念されています。GOSAT-2ではPM2.5の濃度の推計に必要なデータを観測できるため、PM2.5のモニタリングに役立てていきます。

## PM 2.5: A new health hazard

Airborne PM 2.5 has become an increasingly concerning health hazard. The GOSAT-2 will help monitor PM 2.5 by gathering the data that scientists need to estimate PM 2.5 concentration levels.

<sup>\*1</sup> 1 ppm: 「100万分のいくらか」を示す単位。1 ppmは0.0001%と同じ値。  
ppm is a unit that shows “parts per million”; 1 ppm is equivalent to 0.0001%.

<sup>\*2</sup> 1 ppb: 「10億分のいくらか」を示す単位。1 ppbは0.001 ppm、0.000001%と同じ値。  
ppb is a unit that shows “parts per billion”; 1 ppb is equivalent to 0.001 ppm or 0.000001%.

## 仕様/Specification

	いぶき(GOSAT)	GOSAT-2
主な観測対象 Main observation targets	二酸化炭素、メタン Carbon dioxide, methane	二酸化炭素、メタン、一酸化炭素 Carbon dioxide, methane, carbon monoxide
観測精度 Observation accuracy	陸域1,000km四方で4ppm(二酸化炭素)、 34ppb(メタン) 4 ppm (carbon dioxide) and 34 ppb (methane) at a 1,000-km mesh over land	陸域500km四方で0.5ppm(二酸化炭素)、 5ppb(メタン) 0.5 ppm (carbon dioxide) and 5 ppb (methane) at a 500-km mesh over land
軌道高度 Orbit altitude	666km	613km
軌道種類 Orbit type	太陽同期準回帰軌道 Sun-synchronous, sub-recurrent orbit	太陽同期準回帰軌道 Sun-synchronous, sub-recurrent orbit
降交点通過地方太陽時 Local time on descending node	13時00分±15分 13:00 +/- 15 min.	13時00分±15分 13:00 +/- 15 min.
回帰日数 Revisit time	3日 3 days	6日 6 days
設計寿命 Design life	5年 5 years	5年 5 years
質量 Mass	1,750kg 1,750 kg	2,000kg以下 2,000 kg (maximum)
寸法(パドル展開時) Dimensions (with paddles open)	2.4m(X) x 2.6m(Y) x 3.7m(Z)(13.7m(Y))	5.3m(X) x 2.0m(Y) x 2.8m(Z)(16.5m(Y))

国立研究開発法人  
宇宙航空研究開発機構  
広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6御茶ノ水ソラシティ  
Tel.03-5289-3650 Fax.03-3258-5051

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department  
Ochanomizu sola city,4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku Tokyo 101-8008,Japan  
Phone:+81-3-5289-3650 Fax:+81-3-3258-5051

JAXAウェブサイト(日本語)  
<http://www.jaxa.jp/>

JAXA Website (English)  
<http://global.jaxa.jp/>



この印刷物は、印刷用の紙へ  
リサイクルできます。  
再生紙を使用しています  
JSF1603

